مساعد الطالب في ..

الكيمياء

الصف السادس علمي

اعداد الاستاذ

خالد الانباري

الجزء 1

2017

des. mustafa sh

رحلة التفوق في السادس

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص): ((زكاة العلم نشرهُ وتعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الاعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير.

إذ أن شبكتنا لاتقتصر عاى نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لاكفأ التدريسيين بالاضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الارشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالاضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لاي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت أملين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١

ا.د : اشرف الوائلي

ا.د : مينا الاحمد

" فصل تمهيدي لمعلومات السنوات السابقة "

تمهيد .../

1) النظام الدولي للوحدات (SI) .../
وهي كميات فيزيائية ذات وحدات معينة وحسب الجدول التالي ../

الكمية الفيزيائية	الوحده	الرمز
الكتلة	كيلوغرام	Kg
الطول	متر	m
الزمن	ثانية	s
درجة الحراره	كلفن	K
كمية الماده	مول	mol
التيار الكهربائي	امبير	A

* يمكن استخدام وحده (g) و (Cm^3) وحسب الحاجة ، حيث ان

$1\,Kg = 1000\,g$

$1\,L = 1000\,Cm^3 = 1000\,ml$

رحلة التفوق في السادس @

2) قوانين مهمه ../

أ - الكتلة المولية M ../
وهي عدد غرامات مول واحد من الجزيئة ، وحدتها (g/mol) ، حيث ان

M = (عدد الذرات × الكتلة الذرية) للعنصر الاول + (عدد الذرات × الكتلة الذرية) للعنصر الثاني + ...

* الكتلة المولية للغازات ثنائية الذره (H_2 , O_2 , N_2 , F_2 , Cl_2 ، Br_2 ، I_2)
تساوي (الكتلة الذرية × 2) .

* الكتلة المولية للغازات النبيله (He , Ne , Ar , Kr , Xe , Rn) هي
نفس الكتلة الذرية لها .

مثال .../ احسب الكتلة المولية للمركبات التالية (P = 31 ، Ca = 40 ،
C = 12 ، Na = 23 ، Mn = 55 ، Cr = 52)

$M(Na_2CO_3) = 2 \times 23 + 1 \times 12 + 3 \times 16 = 106\ g/mol$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

2/ $M(Ca_3(PO_4)_2) = 3\times40 + 1\times2\times31 + 4\times2\times16 = 310\ g/mol$

س../ احسب الكتل المولية للمركبات التالية علماً (S = 32 ، Cl = 35.5 ، Mg = 24 ، Mn = 55 ، Cr = 52 ، K = 39) .

1. $M(KMnO_4) = 1\times39 + 55\times1 + 4\times16 = 158\ g/mol$
2. $M(NaOH) = 1\times23 + 1\times16 + 1\times1 = 40\ g/mol$
3. $M(K_2Cr_2O_7) = 2\times39 + 2\times52 + 7\times16 = 294\ g/mol$
4. $M(H_2SO_4) = 2\times1 + 1\times32 + 4\times16 = 98\ g/mol$
5. $M(MgCl_2) = 1\times24 + 2\times35.5 = 95\ g/mol$

س../ احسب الكتلة المولية للمركبات التالية علماً (Cu = 63 ، N = 14)

1/ $M((NH_4)_2CO_3) = 2\times1\times14 + 2\times4\times1 + 1\times12 + 3\times16 = 96\ g/mol$

2/ $M(CuSO_4\cdot2H_2O) = 63\times1 + 1\times32 + 4\times16 + 2\times18 = 195\ g/mol$

3/ $M(PCl_5) = 1\times31 + 5\times35.5 = 208.5\ g/mol$

ب- المول (n) ../

كمية المادة التي تحتوي على عدد افوكادرو من وحدات الاشياء . ويمكن حساب عدد المولات من خلال ما يلي ../

$$n = \frac{m}{M}$$

رحلة التفوق في السادس @

m = الكتلة (g)
n = عدد المولات (mol)
M = كتلة مولية (g/mol)
$N_A = 6.023\times10^{23}$ (جسيم/mol)

$$n = \frac{\text{عدد الجسيمات}}{N_A}$$

عدد الذرات ، الجزيئات ... الخ = الجسيمات

مثال../ ما عدد مولات K_2CO_3 في 22g منه (الكتلة المولية = $138\ \frac{g}{mol}$)

الحل

$$n = \frac{m}{M} = \frac{22\ g}{138\ g/mol} = 0.16\ mol$$

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

مثال../ احسب عدد غرامات (0.15 mol) من NaCl .؟

الحل

$M(NaCl) = 1 \times 23 + 1 \times 35.5 = 58.5\ g/mol$

$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = 0.15 \times 58.5 = 8.78\ g$

مثال../ ما عدد ذرات وجزيئات الموجوده في (0.1 mol) من غاز الهيدروجين H_2 .؟

الحل

$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{N_A} \Rightarrow \text{عدد الجزيئات} = 0.1(mol) \times 6.023 \times 10^{23}\ \frac{atom}{mol}$

$= 6.023 \times 10^{22}$ جزيئة

∴ جزيئة الهيدروجين تحتوي على ذرتين هيدروجين

عدد الذرات = عدد الجزيئات $\times 2 = 6.023 \times 10^{22} \times 2 = 12.046 \times 10^{22}$ ذرة

ش../ ما عدد مولات Na_2SO_4 الموجوده في 14.2 g منه .؟

الحل

$M(Na_2SO_4) = 2 \times 23 + 1 \times 32 + 4 \times 16 = 142\ g/mol$

$n = \frac{m}{M} = \frac{14.2}{142} = 0.1\ mol$

ش../ احسب ما يلي..

أ- عدد مولات حامض الفسفوريك H_3PO_4 في 72 g منه .؟

ب- عدد غرامات 0.75 mol من Na_3PO_4 .؟

الحل.. أ../

$M(H_3PO_4) = 3 \times 1 + 1 \times 31 + 4 \times 16 = 98\ g/mol$

$n = \frac{m}{M} = \frac{72}{98} = 0.73\ mol$

ب../

$M(Na_3PO_4) = 3 \times 23 + 1 \times 31 + 4 \times 16 = 164\ g/mol$

$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = 0.75 \times 164 = 123\ g$

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

س ../ احسب عدد المولات لكل مما يلي ..

أ - 10g من NaCl .

ب - 5g من الماء .

ج - 107g من الفضة Ag علماً ان (Ag = 108) .

الحل :

أ -

$M(NaCl) = 1 \times 23 + 35.5 \times 1 = 58.5 \ g/mol$

$n = \frac{m}{M} = \frac{10}{58.5} = 0.170 \ mol$ X

ب -

$M(H_2O) = 2 \times 1 + 16 \times 1 = 18 \ g/mol$

$n = \frac{m}{M} = \frac{5}{18} = 0.277 mol$

ج -

$n = \frac{m}{M} = \frac{107}{108} = 0.99 \ mol$

س ٦ ../ احسب عدد الغرامات لكل مما يلي ..

أ - 2 mol من NaOH (هيدروكسيد الصوديوم) .

ب - 0.7 mol من MnO_2 (ثنائي اوكسيد المنغنيز) .

ج - 0.1 mol من $K_2Cr_2O_7$ (ثنائي كرومات البوتاسيوم)

الحل : أ ../

$M(NaOH) = 1 \times 23 + 1 \times 16 + 1 \times 1 = 40 \ g/mol$

$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = 2 \times 40 = 80 \ g$

ب ../

$M(MnO_2) = 1 \times 55 + 2 \times 16 = 87 \ g/mol$

$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = 87 \times 0.7 = 60.9 \ g$

ج ../

$M(K_2Cr_2O_7) = 2 \times 39 + 2 \times 52 + 7 \times 16 = 294 \ g/mol$

$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = 0.1 \times 294 = 29.4 \ g$

اعداد ../ خالد عبد المحسن الانباري من ثانوية المتميزين في الكاظمية

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ٧ / احسب ما يلي ..

أ- عدد الذرات والجزيئات في 0.2 mol من الهيدروجين H_2 ؟

ب- عدد الجزيئات في 2 g من H_2SO_4 ؟

ج- عدد الغرامات والجزيئات في 0.03 mol من غاز الاوزون O_3 ؟

الحل / أ ..

$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{N_A}$ ⟹ عدد الجزيئات $= 0.2 \times 6.023 \times 10^{23}$

$= 1.2 \times 10^{23}$ جزيئة

∵ جزيئة الهيدروجين مكونة من ذرتين

عدد الذرات = عدد الجزيئات $\times 2 = 1.2\times10^{23} \times 2 = 2.4\times10^{23}$ ذرة

ب / ..

$M(H_2SO_4) = 2\times1 + 1\times32 + 4\times16 = 98\ g/mol$

$n = \frac{m}{M} = \frac{2}{98} = 0.02\ mol$

$n = \frac{\text{عدد الجزيئات}}{N_A}$ ⟹ عدد الجزيئات $= 0.2 \times 6.023\times10^{23}$

$= 0.12 \times 10^{23}$ جزيئة

ج /

$M(O_3) = 3\times16 = 48\ g/mol$

$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = 0.03\times48 = 1.44\ g$

٩- المولارية M ...

وهي عدد مولات المذاب في لتر واحد من المحلول .

$$M = \frac{n}{V(L)}$$

n = عدد مولات المذاب (mol)

V = حجم المحلول (L)

M = المولارية (mol/L) أو M

* لاحظ ما يلي ..

$$M = \frac{n}{V} = \frac{\frac{m}{M}}{\frac{V(ml)}{1000}} = \frac{m}{M} \times \frac{1000}{V(ml)}$$

m = كتلة المذاب (g)

M = الكتلة المولية للمذاب (g/mol)

V = حجم المحلول (ml)

$$\therefore M = \frac{m \times 1000}{M \times V(ml)}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

* يمكن استخدام احد القانونين حسب نوع الوحدات في السؤال.

مثال.. / تم اذابة 53 g من Na_2CO_3 في دورق حجمي سعته 5L، احسب التركيز المولاري للمحلول؟

الحل

$$M(Na_2CO_3) = 2\times23 + 1\times12 + 3\times16 = 106\ g/mol$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{53}{106} = 0.5\ mol$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.5}{5} = 0.1\ mol/L$$

مثال.. / ما عدد غرامات $Ca(OH)_2$ اللازمة لتحضير محلول تركيزه 0.1 M وحجمه 250 ml؟

الحل

$$M(Ca(OH)_2) = 1\times40 + 2\times1\times16 + 2\times1\times1 = 74\ g/mol$$

$$\because M = \frac{m \times 1000}{M \times V(ml)}$$

$$\therefore m = \frac{0.1 \times 74 \times 250}{1000} = 1.85\ g$$

س.. / تم اذابة 15g من (CH_3COOH) في 150 ml من الماء وضعت داخل دورق حجمي سعته نصف لتر واكمل الحجم لحد العلامة، احسب المولارية.

الحل

$$M(CH_3COOH) = 2\times12 + 4\times1 + 2\times16 = 60\ g/mol$$

$$M = \frac{m \times 1000}{M \times V} = \frac{15 \times 1000}{60 \times 500} = \sout{2.5}\ 0.5\ mol/L$$

س.. / تم اذابة (4 g) من NaOH في حجم معين من الماء، فوجدت مولارية المحلول تساوي 0.05 mol/L، احسب حجم الماء.

الحل

$$M(NaOH) = 1\times23 + 1\times16 + 1\times1 = 40\ g/mol$$

$$M = \frac{m \times 1000}{M \times V} \Rightarrow V = \frac{4 \times 1000}{40 \times 0.05} = \sout{200\ ml}\ 2000$$

حجم الماء

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س٢.. / اذيب 20 g من هيدروكسيد الصوديوم في الماء ، واكمل الحجم الى 3L احسب التركيز المولاري ؟ .

الحل

$$M(NaOH) = 1\times23 + 1\times16 + 1\times1 = 40\ g/mol$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{20}{40} = 0.5\ mol$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.5}{3} = 0.166\ mol/L$$

س٣.. / احسب مولارية محلول يحتوي 200 ml منه على 0.1 mol ؟ .

الحل

$$200\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml} = 0.2\ L$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{0.2} = 0.5\ mol/L$$

س٤.. / احسب كتلة $(KHCO_3)$ اللازمة لتحضير محلول حجمه 120 cm^3 وتركيزه 0.18M ؟ .

الحل

$$M(KHCO_3) = 1\times39 + 1\times1 + 1\times12 + 3\times16 = 100\ g/mol$$

$$M = \frac{m\times1000}{M\times V} \Rightarrow m = \frac{100\times0.18\times120}{1000} = 2.16\ g$$

س٥.. / احسب كتلة $Na_2Cr_2O_7$ اللازم اذابتها في الماء. بحيث يكون الحجم النهائي للمحلول (100 ml) كي تكون مولارية المحلول (0.1 M) ؟.

الحل

$$M(Na_2Cr_2O_7) = 2\times23 + 52\times2 + 7\times16 = 262\ g/mol$$

$$M = \frac{m\times1000}{M\times V} \Rightarrow m = \frac{262\times0.1\times100}{1000} = 2.62\ g$$

د - اللوغارتمات .... /

وهو على نوعين ../

1) اللوغاريتم العشري (الاعتيادي) ، حيث يكون اساسه (10) ويرمز له $(\log_{10} Y)$ او $(\log Y)$ ، ويعرف رياضياً ..

$$\log Y = X \Rightarrow Y = 10^X$$

ويمكن الاعتماد على العلاقة التالية ..

$$\log 10^n = n$$

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

فمثلاً

$\log 10^{-2} = -2$

$\log 10^{4} = 4$

٢ اللوغاريتم الطبيعي .. حيث يكون اساسه القيمة (e) والتي تساوي 2.718 ، ويرمز له ($\ln_e x$) حيث ان ..

$$\ln y = x \Rightarrow y = e^{x}$$

قوانين اللوغاريتم ...

١ لوغاريتم حاصل ضرب عددين يساوي مجموع لوغارتمات العددين ..

$\log 5 \times 6 = \log 5 + \log 6$

٢ لوغاريتم حاصل قسمة عددين يساوي الفرق بين لوغاريتيهما ..

$\log 8/3 = \log 8 - \log 3$

٣ لوغاريتم عدد مرفوع لاس معين يساوي حاصل ضرب الاس في لوغاريتم هذا العدد

$\log 2^{9} = 9 \times \log 2$

٤ لاحظ العلاقة ..

$\log \sqrt[n]{A} = \log A^{\frac{1}{n}} = \frac{1}{n} \log A$

الحسابات باستخدام الحاسبة ...

١ لايجاد لوغاريتم اي عدد ، نضغط على مفتاح العدد ثم نضغط مفتاح log .. ونفعل نفس الحالة عند ايجاد قيمة (ln) للعدد .

٢ لايجاد عدد حيث قيمة اللوغاريتم له معلومة .. نكتب قيمة اللوغاريتم ثم نضغط 2ndF ، ثم نضغط (log) فيظهر العدد المقابل لقيمة لوغاريتم عشري .. ونعمل نفس الحالة بحالة (ln) .

مثال ../ جد قيمة أ- log 7 و ب- ln 7

الحل أ- نكتب (7) ونضغط log فيكون الناتج 0.84509804

ب- نكتب (7) ونضغط ln فيكون الناتج 1.94510149

مثال ../ جد العدد المقابل لعدد قيمة اللوغاريتم له 0.84509804

الحل ../ نكتب 0.84509804 ونضغط 2ndF ونضغط log فيظهر (7)

س ../ جد قيمة اللوغاريتم (بالحاسبة)	س ../ جد قيمة Y .. ؟
1/ $\log 26.7 = 1.426$	1/ $\log Y = 2.6 \Rightarrow Y = 398.1$
2/ $\log 0.89 = -0.05$	2/ $\log Y = -1.2 \Rightarrow Y = 0.063$
3/ $\ln 93 = 4.532$	3/ $\ln Y = 0.7 \Rightarrow Y = 2.013$

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

الكيمياء

AL AZ AL

للصف السادس العلمي

@ رحلة التفوق في السادس

الفصل الاول

الثرموداينمك

اعداد

خالد عبد الحسن الانباري

07803465920

ثانوية المتميزين في الكاظمية / طالب السهيل

اقتن النسخة الاصلية والمنقحة فقط من

مكتبة الازل للطباعة والاستنساخ

الكاظمية . ساحة الزهراء . داخل مجمع الزهراء

07818041197 / 07818041198

Generated by CamScanner from intsig.com

رحلة التفوق في السادس

@A_M_Z_F

رحلة التفوق في السادس @

الفصل الاول ...

الثرموداينمك

الثرموداينمك ../ علم يهتم بدراسة الطاقة وتحولاتها ، ويهدف نحو تحويل اكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود الى انواع اخرى من الطاقات دون ان يبين سرعه (زمن) حدوث هذا التغير.

* للطاقة انواع (حرارية ، ضوئية ...) وتتحول هذه الطاقات من شكل لاخر.

سؤال ../ ما هي الظواهر التي يفسرها علم الثرموداينمك ؟.

الجواب ../
1. سبب حدوث التفاعلات الكيميائية
2. التنبؤ بحدوث التغيرات الفيزيائية والكيميائية عندما توجد مادة او اكثر تحت شروط معينة.
3. حدوث التفاعلات بشكل تلقائي او غير تلقائي عند نفس الظروف.
4. سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية في التفاعلات نفسها او في الوسط المحيط بها.

وحدات الطاقة ../

يمكن تقسيم طاقة الاجسام الى نوعين ..
1. طاقة كامنة .../ وهي الطاقة الكيميائية المخزونة في المواد والوقود.
2. طاقة حركية .../ وهي طاقة الاجسام المتحركة والتي تساوي حاصل ضرب نصف الكتلة في مربع السرعة ، وتقاس بوحدة الجول.

$$KE = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

KE = الطاقة الحركية (J)
m = الكتلة (Kg)
V = السرعة (m/S)

الجول J ../ وهي الوحدة المستخدمة للتعبير عن الطاقة حسب النظام الدولي للوحدات ، يرمز له (J).
ويعبر عنه بالعلاقة ..

$$1J = 1 \frac{kg \cdot m^2}{S^2}$$

@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

* يمكن تحويل الطاقة الكامنة الى حركية (للاستفاده منها) اعتماداً على قانون الثرموداينمك الاول.

قانون الثرموداينمك الاول../ الطاقة لاتفنى ولاتستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من شكل لآخر.

مثال../ تحرك جسم كتلته 2 kg ومسافة (1m) خلال ثانية واحده (1s) احسب الطاقة الحركية بوحده الجول J.

$$KE = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2}(2)\left(\frac{1}{1}\right)^2 = 1 \, \frac{kg \cdot m^2}{s^2} = 1J$$

مصطلحات في الثرموداينمك../

النظام ../ جزء معين من الكون نهتم بدراسته، يتكون من الماده او المواد المشتركة في حدوث تغيرات فيزيائية وكيميائية محدوده بحدود معينة مثل اناء التفاعل ومحتوياته.

المحيط ../ ما يقع خارج حدود النظام ويؤثر عليه من التغيرات فيزيائية اوكيميائية.

المجموعه ../ وهي مجموع النظام والمحيط معاً.

انواع الانظمة ../

① النظام المفتوح ../ احد انواع الانظمة التي تسمح حدوده بتبادل ماده النظام وطاقته مع المحيط مثل تسرب بخار الماء المغلي وطاقته للمحيط.

② النظام المغلق ../ احد انواع الانظمة التي تسمح حدوده بتبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتغير كمية ماده النظام مثل عدم تسرب كمية الماء من الاناء المغلق وتسرب طاقته

③ النظام المعزول ../ احد انواع الانظمة التي لاتسمح حدوده بتبادل الماده والطاقة معاً مع المحيط (لايتأثر بالمحيط) مثل الترمس.

خواص النظام ../ وهي المتغيرات الفيزيائية للنظام التي يمكن قياسها مثل عدد المولات والحالة الفيزيائية والحجم والضغط ودرجة الحراره.

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

درجة الحراره ../ وهي مقياس الطاقة الحرارية لجسم معين.

* تقاس درجات الحراره اما بالمقياس السليلزي ($\mathring{c}$) او بمقياس كلفن (K) الذي يرتبطان بالعلاقة التالية..

$$T(K) = t(\mathring{c}) + 273$$

درجة حراره كلفن ../ وهي درجة الحراره بوحدات الكلفن، رمزها (T) ووحدتها حسب النظام الدولي للوحدات هي الكلفن (K)

الحراره q ../ وهي انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين مختلفين بدرجة حرارتها.. وتقاس بوحده الجول (J)

$$\Delta T = T_f - T_i$$

ΔT = التغير بدرجات الحراره
T_f = درجة الحراره النهائية
T_i = درجة الحراره الابتدائية

* وجدان الحراره المفقوده او المكتسبة تتناسب طرديا مع التغير بدرجات الحراره

$$q \propto \Delta T$$

$$q = C \cdot \Delta T$$

q = الحراره المفقوده او المكتسبة (J)
C = السعه الحرارية ($J/\mathring{c}$)

السعه الحرارية (C) ../ كمية الحراره اللازمه لرفع درجة حراره كتلة مقدارها g(m) من الماده درجة سليلزية واحده، وحدتها $J/\mathring{c}$ ورمزها (C)

الحراره النوعية (S) ../ كمية الحراره اللازمه لرفع درجة حراره كتلة غرام واحد لاي ماده درجة سليلزية واحده، وحدتها $J/g.\mathring{c}$ ورمزها (S).

* ترتبط السعه الحرارية مع الحراره النوعية بالعلاقة

$$C = S \times m$$

$$\therefore q = S \times m \times \Delta T$$

S = الحراره النوعية (زيتا) $J/g.\mathring{c}$
m = كتلة (g)

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال ..1

ما مقدار الحراره الناتجة من تسخين قطعة حديد كتلتها 870g من 5°c الى 95°c علماً ان الحراره النوعية للحديد 0.45 J/g.°c ؟

الحل

$\Delta T = T_f - T_i = 95 - 5 = 90°c$

$q = S \times m \times \Delta T$

$= 0.45 \times 870 \times 90 = 35235\ J$

$q(KJ) = 35235\ J \times \frac{1\ KJ}{1000\ J} = 35.2\ KJ$

تمرين ..1

تغيرت درجة حراره قطعة مغنيسيوم كتلتها 10g من 25°c الى 45°c مع اكتساب حراره مقدارها 205J .. احسب الحراره النوعية للمغنيسيوم ؟

الحل

$\Delta T = T_f - T_i = 45 - 25 = 20°c$

$q = S \times m \times \Delta T$

$S = \frac{q}{m \times \Delta T} = \frac{205}{10 \times 20} = 1.025\ J/g.°c$

مثال اضافي ..1

وضعت قطعة نحاس كتلتها 15g ودرجة حرارتها 15°c على قطعة من الفضة كتلتها 30g وبدرجة 60°c .. احسب الدرجة الحرارية النهائية للمعدنين علماً ان الحراره النوعية (للفضة 0.23 وللنحاس 0.38) كلاهما بوحدة J/g.°c

الحل

(ماص) كمية الحراره المكتسبة = كمية الحراره المفقوده (باعث)

$-q_{Ag} = +q_{Cu}$

$-(S.m.\Delta T) = S.m.\Delta T$

$-(0.23 \times 30 (T_f - 60) = 0.38 \times 15 \times (T_f - 15)$

$T_f = \frac{499.5}{12.6} = 39.64\ °c$

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

س٩/...

قطعة من الفضة كتلتها (360 g) وسعتها الحرارية 86 J/°C .. احسب حرارتها النوعية

الحل

$$C = S \times m \Rightarrow S = \frac{86}{360} = 0.24\ J/°C.g$$

س١٠/...

قطعة نحاس كتلتها (6 g) ، سخنت من 21°C الى 124°C احسب كمية الحراره بوحده (KJ) علماً ان الحراره النوعية للنحاس 0.39 J/g.°C ؟

الحل

$$\Delta T = T_f - T_i = 124 - 21 = 103°C$$

$$q = S \times m \times \Delta T$$

$$= 0.39 \times 6 \times 103 = 241\ J$$

$$241\ J \times \frac{1\ KJ}{1000\ J} = 0.241\ KJ$$

لاحظ بدقة.. عند التسخين يحصل امتصاص للحراره وعند التبريد يحصل انبعاث

س١١/...

احسب كمية الحراره المنبعثة بوحدات KJ من (350 g) زئبق عند تبريدها من 77°C الى 12°C علماً ان الحراره النوعية للزئبق 0.14 J/g.°C

الحل

$$\Delta T = T_f - T_i = 12 - 77 = -65°C$$

$$q = S \times m \times \Delta T$$

$$= 0.14 \times 350 \times -65 = -3185\ J$$

$$-3185\ J \times \frac{1\ KJ}{1000\ J} = -3.185\ KJ$$

لاحظ بدقة وجود الاشارة السالبة دلالة على انبعاث الحراره

س١٢/...

تم رفع درجة الحراره الى 34 g من الايثانول من 25°C الى 79°C . احسب كمية الحراره الممتصة بواسطة الايثانول علماً ان حرارته النوعية 2.44 J/g.°C ؟

الحل

$$\Delta T = T_f - T_i = 79 - 25 = 54°C$$

$$q = S.m.\Delta T = 2.44 \times 34 \times 54 = 4479.84\ J$$

س١٣/...

سخنت عينة من ماده مجهوله كتلتها (155 g) من 25°C الى 40°C مما ادى الى امتصاص حراره مقدارها 5700 J .. احسب حرارتها النوعية .. ؟

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

الحل

$$\Delta T = T_f - T_i = 40 - 25 = 15°C$$

$$q = S.m.\Delta T \Rightarrow S = \frac{5700}{155 \times 15} = 2.451\ J/g.°C$$

س١٤/...
4.5g من حبيبات الذهب امتصت 276 J من الحرارة عند تسخينها ، فاذا علمت ان الحرارة الابتدائية كانت 25°C ... احسب درجة الحرارة النهائية . علماً ان الحرارة النوعية للذهب $0.13\ J/g.°C$

الحل

$$q = S.m.\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{276}{0.13 \times 4.5} = 471.79°C$$

رحلة التفوق في السادس @

$$\Delta T = T_f - T_i \Rightarrow T_f = 471.79 + 25 = 496.76°C$$

امثلة غير محلولة .../

مثال١/...
احسب .. ① كمية الحرارة اللازمة لتسخين (100g) من النحاس من 10°C الى 100°C اذا اضيفت نفس كمية الحرارة الى (100g) من الالمنيوم عند 10°C ..
② ايهما ذو درجة حرارية اكثر (اكثر سخونة) النحاس ام الالمنيوم علماً ان الحرارة النوعية هي (Al = 0.9) (Cu = 0.39) بوحدة $J/g.°C$

مثال٢/...
تم حرق (1g) من الفحم فتصاعد 305 J ... احسب كمية الفحم اللازمة لتسخين (40g) من الماء من 20°C لدرجة الغليان ($S_{H_2O} = 4.18\ J/g.°C$)

مثال٣/...
احسب الحرارة النهائية لنظام ما ، بعد غمر (100g) من النحاس حرارتها 95°C في 50g من الماء حرارته 15°C علماً ان الحرارة النوعية للنحاس 0.39 وللماء 4.18 كلاهما بوحدة $J/g.°C$. ؟

مثال٤/...
سخنت عينة كتلتها 45g لدرجة (90°C) حيث اسقطت داخل اناء يحوي 28g من الماء درجة حرارته 23.5°C فارتفعت حرارة الماء الى 26.5°C
احسب الحرارة النوعية للعينة . ؟

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الخواص العامة للمواد ...../ (س٥)

[1] الخواص الشاملة ../ وهي الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الكتلة والسعة الحرارية والانثالبي والانتروبي وطاقة كبس الحرة...

[2] الخواص المركزة ../ وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط ودرجة الحرارة والكثافة والحرارة النوعية -

س٦ ../

ما الفرق بين الحرارة النوعية والسعة الحرارية ، وماهي وحدات هاتين الكميتين ؟

ج../

السعة الحرارية (C)	الحرارة النوعية (S)
[1] هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة مقدارها g (m) من المادة درجة سيليزية واحدة	[1] هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد لاي مادة درجة سيليزية واحدة
[2] وحدتها J/°C	[2] وحدتها J/g.°C
[3] تعتبر خاصية شاملة	[3] تعتبر خاصية مركزة -

دالة الحالة ../ وهي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن المسار الذي تم من خلاله التغير مثل الانثالبي والانتروبي وطاقة كبس الحرة -

وزاري

علل ../ لا تعتبر الحرارة ولا الشغل دالة حالة (تعتبر دالة مسار) ؟

ج ../ لان قيمتها تتغير مع تغير ظروف التجربة ..كما وتعتمد على الخطوات التي تم خلالها التغير (لا تعتمد على الحالة الابتدائية والنهائية للنظام)-

* لا تقاس دوال الحالة بشكل مطلق وانما تقاس من خلال مقدار التغير (Δ) -

* الدوال التي لا تعتمد على الحالة الابتدائية والنهائية تسمى دالة مسار مثل الحرارة والشغل.

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الانثالبية H ../

وهي داله حاله ثرموداينميكية وخاصية شاملة ، وتمثل كمية الحراره المتحصه او المتحرره والمقاسه بثبوت الضغط ، يرمز لها (H) - ولايمكن قياس القيم المطلقة لها لانها داله حاله بل تقاس من خلال التغير الحاصل فيها (ΔH) .

$$\Delta H = q_p$$

* يمكن كتابة (ΔH) بالشكل (ΔH_r) وتعني تغير الانثالبية للتفاعل .
* لاتقاس الانثالبية بشكل مطلق بل تقاس من خلال التغير بالانثالبية (ΔH) وهي تمثل الفرق بين مجموع انثالبيات النواتج ومجموع انثالبيات المتفاعلات ..

$$\Delta H = \Delta H_f - \Delta H_i$$

ΔH_f = الحاله النهائية (نواتج)
ΔH_i = الحاله الابتدائية (متفاعل)

رحلة التفوق في السادس @

* عندما تكون ΔH ذات قيمة سالبة فان التفاعل باعث للحراره واذا كانت ذات قيمة موجبة فيدل ان التفاعل ماص للحراره .

* تقاس (ΔH_r) بوحده KJ/mol

مثال ../ اختيارات ، فراغات ../

ان التغير في انثالبية تفاعل 2mol من ماده يساوي ــــــ التغير في انثالبية تفاعل 1mol لنفس الماده دلاله على ان الانثالبية هي ــــــ

[خاصية مركزه - خاصية شامله - داله حاله - داله مسار]

علل مايلي ../

الانثالبية داله حاله وخاصية شامله ؟

الجواب ../ تعتبر داله حاله لانها تعتمد على الحاله الابتدائية والنهائية للماده وتعتبر خاصية شامله لانها تعتمد على كمية الماده .. فان انثالبية (2mol) لماده هي ضعف انثالبية (1mol) لنفس الماده .

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

الكيمياء الحرارية --/ احد فروع علم الكيمياء ، الذي يهتم بدراسة الحراره الممتصه والمنبعثة نتيجة التغيرات الفيزيائية والكيميائية -

(س)

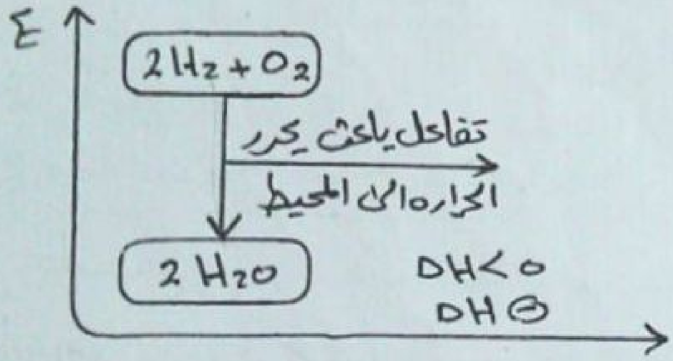
تقسم التفاعلات حرارياً الى قسمين هما --/

1. **تفاعل باعث للحراره ΔH ⊖** --/

وهي التفاعلات التي تكون مصحوبة بانبعاث طاقة حرارية من النظام الى المحيط .. لان مجموع انثالبية النواتج اقل من مجموع انثالبية المتفاعلات وتكون قيمة ΔH لها سالبة.

تفاعل كيميائي: $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + E$

تغير فيزيائي: $H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + E$



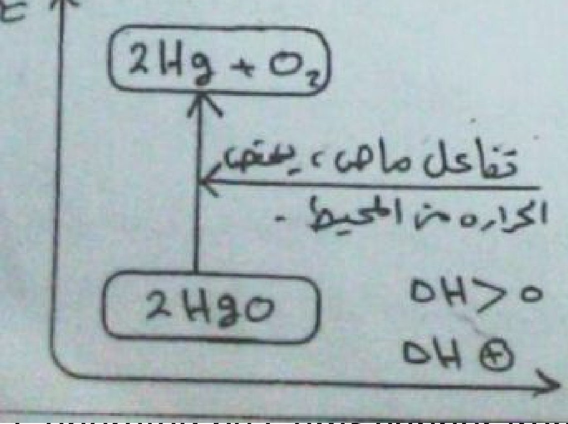
لاحظ بدقة --/
علل --/ قيمة ΔH سالبة في التفاعلات الباعثة للحراره (2010-1م)

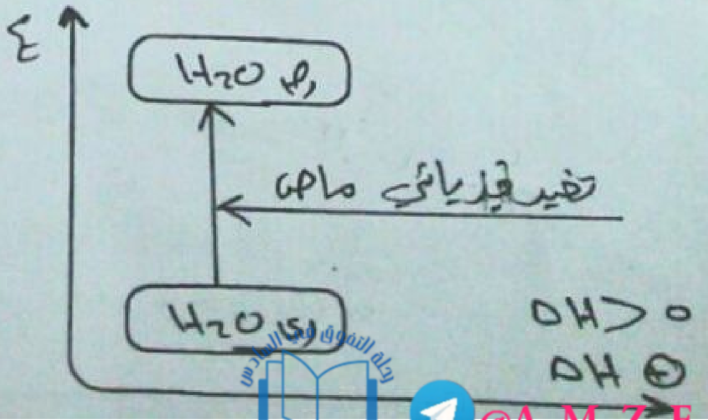
2. **تفاعل ماص للحراره ΔH ⊕** --/

وهي التفاعلات المصاحبة لامتصاص طاقة حرارية للنظام من المحيط .. لان مجموع انثالبية النواتج اكبر من مجموع انثالبية المتفاعل وتكون قيمة ΔH لها موجبة.

تفاعل كيميائي: $2HgO_{(s)} + E \longrightarrow 2Hg + O_2$

تغير فيزيائي: $2H_2O_{(s)} + E \longrightarrow H_2O_{(l)}$





Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

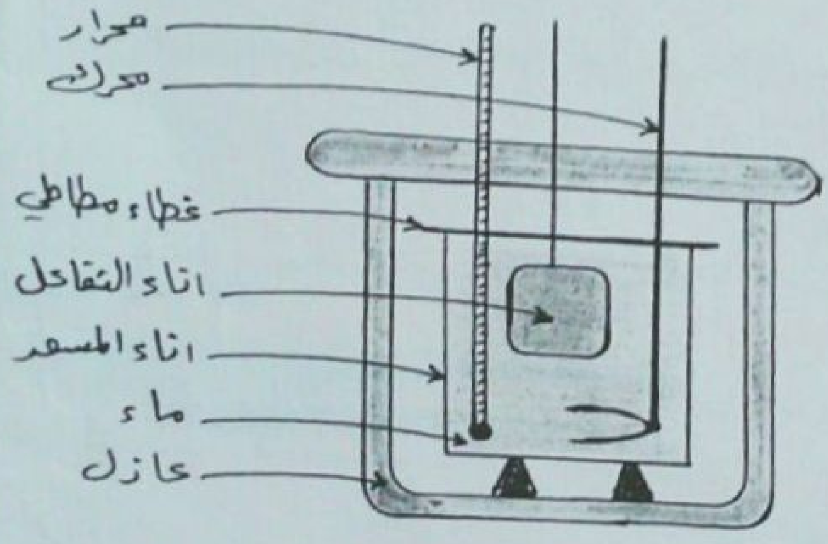
قياس انثالبية التفاعل باستعمال المسعر الحراري ../

س ../ صف المسعر الحراري لقياس الانثالبية (ΔH) عند الضغط الثابت ؟

ج ../ المسعر الحراري ../ وعاء مغمور بكمية معينة من الماء ومعزوله عزلاً جيداً لقياس انثالبية التفاعلات من خلال قياس الحراره المنبعثة عند رفع درجة حراره الماء اذا كانت السعه الحرارية للمسعر ومكوناته معروفة .

مكونات المسعر ../

1. محرار
2. وعاء وغطاء مطاطي
3. محرك زجاجي
4. اناء المسعر
5. كمية من الماء



خطوات حل مسائل المسعر ../

1. نحسب حراره الماء من خلال القانون ($q = m \cdot s \cdot \Delta T$) او القانون ($q = C \cdot \Delta T$) والتي تاخذ اشاره سالبة بحاله ارتفاع درجات الحراره وموجبة عند انخفاض درجة الحراره .
2. نحسب عدد مولات الماده المحترقة من خلال قانون المول ($n = m / M$)
3. نحسب حراره احتراق مول واحد من خلال قسمة حراره الماء على عدد مولات الماده المحترقة

$$q_{(\text{المول واحد})} = \frac{q_{(\text{ماء})}}{n_{(\text{المحترقة})}}$$

* يمكن حساب حراره احتراق مول واحد من خلال النسبة والتناسب بين q و n

q	n
$q_{(H_2O)}$	n (المحترقة)
X	1

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال../
وضعت 3g من $C_6H_{12}O_6$ ($M = 180\ g/mol$) في مسعر مفتوح يحتوي على 1200g ماء، درجة حرارته الابتدائية 21°C، احرق المزيج فارتفعت درجة حرارة المسعر الى 25.5°C .. احسب كمية الحرارة المنبعثة وانثالبي الاحتراق لمول واحد من الكلوكوز علماً ($S_{H_2O} = 4.2\ J/g.°C$).

الحل

$\Delta T = T_f - T_i$
$= 25.5 - 21 = 4.5°C$
$q = S . m . \Delta T$
$= 4.2 \times 1200 \times 4.5$
$= -22680\ J$

$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{180} = 0.017\ mol$

لاحظ بدقة..
ان q_{H_2O} اعطيت اشارتها سالبة لحصول ارتفاع بدرجة حرارة المسعر

$q = \frac{-22680}{0.017} = -1334118\ J/mol$

$\because \Delta H = q_P = -1334118\ J/mol$
لانها تحت ضغط ثابت

$-1334118 \frac{J}{mol} \times \frac{1\ KJ}{1000\ J}$

$\Delta H = -1334\ KJ/mol$

لاحظ بدقة..
يجب ان تكون ΔH بوحدة KJ/mol
لذا وجب التحويل

س../
تم حرق 3g من N_2H_4 ($M = 32\ g/mol$) في مسعر مفتوح يحتوي 1000g ماء فارتفعت درجة الحرارة من 24.6°C الى 28.2°C احسب الحرارة المنبعثة للاحتراق وانثالبي احتراق مول واحد بوحدة KJ ($S_{H_2O} = 4.2\ J/g.°C$).

الحل

$q = S . m . \Delta T$
$= 4.2 \times 1000\ (28.2 - 24.6)$
$q = -15120\ J$

$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{32} = 0.094\ mol$

$q = \frac{-15120}{0.094} = -160851\ J/mol$

$\because$ المسعر مفتوح فهو تحت الضغط الجوي الثابت

$\therefore \Delta H = q_P = -160851\ J/mol$

$-160851 \frac{J}{mol} \times \frac{1\ KJ}{1000\ J}$

$\Delta H = -161\ KJ/mol$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ١٦ ..

عند حدوث تفاعل كيميائي في مسعر سعته الحرارية 2.4 KJ/°C فان درجة حراره المسعر ترتفع بمقدار 0.12°C .. احسب التغير في الانثالبية ؟.

الحل

$$q = C \times \Delta T$$

$$= 2.4 \times 0.12 = 0.288\ KJ$$

$$\Delta H = q_P = 0.288\ KJ$$

لاحظ بدقة ..
لماذا لا نضيف اشاره سالبة لقيمة (q) ولماذا لانحول السعه الحرارية من KJ لوحده J

س ١٧ ..

تم حرق 1.5 g من CH_3COOH ($M = 60\ g/mol$) وكان المسعر يحتوي على 750 g من الماء ، فارتفعت درجة حراره المسعر ومحتوياته من 24°C الى 28°C .. احسب كمية الحراره المنبعثة لاحتراق مول واحد من الحامض (اهمل سعه المسعر) ($S_{H_2O} = 4.2\ J/g.°C$)

الحل

$$q = S \cdot m \cdot \Delta T$$

$$= 4.2 \times 750 \times (28 - 24) = -12600\ J$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{1.5}{60} = 0.025\ mol$$

$$q = \frac{-12600}{0.025} = -504000\ J/mol$$

أمثلة غير محلوله ...

1 مثال ..

تم اذابة 2.88g من NH_4NO_3 ($M = 80\ g/mol$) في 60g ماء داخل مسعر ، فانخفضت درجة الحراره من 23°C الى 18.4°C .. احسب قيمة الانثالبية ($S_{H_2O} = 4.2\ J/g.°C$) ؟.

2 مثال ..

احرقت 0.5g من مادة عضوية ($M = 128\ g/mol$) داخل مسعر يحتوي 200g ماء .. فارتفعت درجة الحراره من 25.3°C الى 27.4°C ، احسب كمية الحراره وانثالبية مول واحد من المادة ($S_{H_2O} = 4.2\ J/K.mol$) ؟

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

المعادلة الكيميائية الحرارية ../

وتمتاز بما يلي ..

1 تكتب قيمة الانثالبية ΔH_r يمين المعادلة ، فاذا كانت اشارتها موجبة فان التفاعل ماص ، واذا كانت اشارتها سالبة فالتفاعل باعث .

* عند كتابة كلمة طاقة (Energy) او اي قيمة عددية بجهة المتفاعلات فالتفاعل ماص ، واذا كانت بجهة النواتج فالتفاعل باعث .

2 يجب كتابة الحالة الفيزيائية لجميع مواد المعادلة ، وعند وجود عدة صور للعنصر فيجب كتابة صورة العنصر مع رمز العنصر .

غاز ⟶ g
صلب ⟶ s
سائل ⟶ l او l
محلول مائي ⟶ aq

رحلة التفوق في السادس @

3 عند عكس (قلب) التفاعل تعكس اشارة انثالبية التفاعل .

4 عند ضرب او قسمة طرفي المعادلة بمعامل عددي ، تجري نفس العملية على قيمة الانثالبية (علل) .

* ان وجود الاشارة (o) على رمز الانثالبية تعني ان التفاعل يتم في الظروف القياسية (درجة 25°C وضغط 1atm) لتصبح ΔH_r°

س ../

لماذا من الضروري بيان الحالة الفيزيائية عند كتابة المعادلة الحرارية ؟ .

ج ../ لان كمية الحرارة تتغير اعتماداً على الحالة الفيزيائية

$H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^\circ = -286\ kJ/mol$

$H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^\circ = -242\ kJ/mol$

س ../ 18

ماذا تعني الظروف القياسية في الكيمياء الحرارية ، وبماذا تختلف عن الظروف القياسية (STP) في الغازات ؟ .

ج ../ الظروف القياسية في الكيمياء الحرارية هي درجة 25°C (298K) وضغط 1atm .. وفي الغازات هي درجة الصفر السيليزي (273 K) وضغط 1atm .

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

انثالبي التفاعل القياسية ΔH°_r :-

وهي الحراره المصاحبة لحدوث تفاعل في الظروف القياسية عند درجة $25^\circ C$ وضغط 1atm ، ويرمز لها ΔH°_r .. وهي على عدة انواع ....

[1] انثالبية التكوين القياسية ΔH°_f :-

وهي الحراره اللازمه لتكوين مول واحد من اي مركب ومن عناصره الاساسية المتواجده وباثبت صورها وفي الظروف القياسية ($25^\circ C$ وضغط 1atm) -

شروط التكوين ..

[1] المواد المتفاعله عناصر اساسية حره وباثبت صوره .
[2] الناتج ماده واحده ومول واحد .
[3] يتم في الظروف القياسية .

* ان اثبت صوره هي حالة الماده التي تكون فيها مستقره جداً وفي الظروف القياسية وعندها تسمى حالتها القياسية .

* للعناصر الحره وفي حالتها القياسية فان (صفر = ΔH_f) واذا كان للعنصر عدة صور ، فان الصوره الاكثر ثباتاً تكون ($\Delta H_f = 0$) وكما يلي ..

العنصر		اثبت صوره	
الهيدروجين	H_2	الغازية	g
الاوكسجين	O_2	الغازية	g
فلور	F_2	الغازية	g
كلور	Cl_2	الغازية	g
بروم	Br_2	الغازية	g

مهم

العنصر		اثبت صوره	
الزئبق	Hg	السائلة	l
المغنيسيوم	Mg	الصلبة	S
الحديد	Fe	الصلبة	S
الكبريت	S	المعيني	S
الكاربون	C	الكرافيت	S

* عند توفر شروط التكوين فان $\Delta H^\circ_f = \Delta H^\circ_r$ ، وعند عدم توفر شرط المول نطبق العلاقة :-

$$\Delta H^\circ_f = \frac{\Delta H^\circ_r}{\text{عدد مولات الناتج المتكون}}$$

* ان انثالبية التكوين هي حراره التفكك بعكس الاشاره ، فاذا كان المطلوب حراره تفكك ، نحسب ΔH_f ونعكس اشارتها وكلاهما بوحده (KJ / mol)

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال /--
اكتب معادلة التكوين للمواد التالية (H_3PO_4 ، $MgCl_2$ ، CO_2 ، C_6H_6)
الحل
1 $\frac{3}{2}H_{2(g)} + 2O_{2(g)} + \frac{1}{4}P_{4(s)} \longrightarrow H_3PO_{4(s)}$
2 $Mg_{(s)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow MgCl_{2(s)}$
3 $C_{(\text{كرافيت})} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$
4 $6C_{(\text{كرافيت})} + 3H_{2(g)} \longrightarrow C_6H_{6(l)}$

مثال /-
اي من التفاعلات تكون $\Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ$ مع بيان السبب. س.
1 $4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$
2 $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$
3 $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$

الحل
1 $\Delta H_r^\circ \neq \Delta H_f^\circ$ .. لان الناتج مولين.
2 $\Delta H_r^\circ \neq \Delta H_f^\circ$ .. لان المتفاعل (CO) مركب وليس عنصراً حراً.
3 $\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ$ .. لتوفر جميع الشروط.

مثال /--
احسب انثالبية التكوين HBr للتفاعل الغازي $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightarrow 2HBr_{(g)}$
حيث ΔH_r° تساوي $-72\ kJ$

الحل
∴ المعادلة توضح ان $\Delta H_r^\circ \neq \Delta H_f^\circ$ لان الناتج هو مولين من HBr

$$\Delta H_f^\circ(HBr) = \frac{\Delta H_r^\circ}{n(HBr)} = \frac{-72}{2} = -36\ kJ/mol$$

س٢ /--
اكتب المعادلة الحرارية لتكوين H_2SO_4 بحيث $\Delta H_f^\circ = \Delta H_r^\circ = -811\ kJ/mol$
الحل

$$H_{2(g)} + S_{(\text{معيني})} + 2O_{2(g)} \longrightarrow H_2SO_{4(l)} \quad \Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ = -811\ kJ/mol$$

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

س١٤-/ احسب ΔH_r° للتفاعل ($H_{2(g)} + F_{2(g)} \rightarrow 2HF_{(g)}$) علماً ان
$\Delta H_f^\circ HF = -271\ kJ/mol$ -

الحل

$$\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ}{n(HF)}$$

$$\Delta H_r^\circ = -271 \times 2 = -542\ kJ$$

لاحظ بدقة-/ ان (الناتج) n ناخذ من ارقام الموازنة

س١٥-/ احسب ΔH_r° للتفاعل ($4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(s)}$) علماً
($\Delta H_f^\circ Al_2O_3 = -1670\ kJ/mol$)

الحل

$$\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ}{n(Al_2O_3)}$$

$$\Delta H_r^\circ = -1670 \times 2 = -3340\ kJ$$

لاحظ بدقة.. لماذا الوحدة kJ وليس kJ/mol

س١٩/ اكتب معادلة تكوين C_2H_5OH ($\Delta H_f^\circ = -278\ kJ/mol$) و $CaCO_3$
$\Delta H_f^\circ = -1207\ kJ/mol$ .S

الحل

[1] $2C_{(كرافيت)} + 3H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow C_2H_5OH \qquad \Delta H_f^\circ = -278\ \frac{kJ}{mol}$

[2] $Ca_{(s)} + C_{(كرافيت)} + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow CaCO_3 \qquad \Delta H_f^\circ = -1207\ \frac{kJ}{mol}$

علل-/ تظهر في المعادلة الحرارية ارقام كسرية اثناء كتابة ΔH_f° لها .S .

ج-/ لان المعادلة الحرارية لقيمة ΔH_f° تمثل تكوين مول واحد للناتج ، لذا نلجأ لتغيير عدد مولات المتفاعلات الى كسور لجعل الناتج مول واحد -

علل-/ قيمة ΔH_f° للعناصر الحرة وبحالتها القياسية = صفراً .S .

ج-/ لان تكوينها لا يعطي اي تغيير حراري -

علل-/ انثالبي التكوين القياسية للماس 1.9 kJ وللكرافيت تساوي صفراً بالرغم من انهما صورتان لعنصر واحد (ت ٩٦/١)

ج-/ لان صورة الكرافيت اثبت من جميع صور الكاربون (اثبت من الماس) -

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

③ انثالبية الاحتراق القياسية ΔH_c° :-

وهي الحرارة اللازمة لحرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية (درجة 25°C وضغط 1 atm) .

شروط الاحتراق ..

① المادة المحترقة هي مول واحد .
② الاحتراق تام (كمية كافية من O_2) .
③ التفاعل باعث للحرارة .
④ يتم في الظروف القياسية .

رحلة التفوق في السادس @

* جميع تفاعلات الاحتراق هي باعثة للحرارة وتقاس بوحدة KJ/mol
* ان حرق العناصر ينتج الاكاسيد .. وحرق المركبات العضوية ينتج غاز CO_2 و H_2O وينبعث حرارة .
* عند توفر شروط الاحتراق والتكوين معاً فان $\Delta H_r^{\circ} = \Delta H_c^{\circ} = \Delta H_f^{\circ}$
* عند توفر شروط الاحتراق فان $\Delta H_r^{\circ} = \Delta H_f^{\circ}$ وعند عدم توفر شرط المول فان :-

$$\Delta H_c^{\circ} = \frac{\Delta H_r^{\circ}}{\text{عدد مولات المادة المتفاعلة}}$$

علل ٢٠١٢ / ١ :-

تعد حرارة الاحتراق نافعة للكثير من المركبات (الاهمية) ..

ج :- ① لتحديد القيمة الحرارية للوقود المستخدم لتدفئة المنازل ، وعمل المحركات ، وتسيير وسائط النقل (مثل حرق البيوتان) .

$$C_4H_{10(g)} + \frac{13}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 5H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^{\circ} = -2873 \text{ KJ/mol}$$

② لتحديد القيمة الحرارية للمواد الغذائية داخل الجسم .

$$C_6H_{12}O_{6(s)} + 6O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \quad \Delta H_r^{\circ} = -2808 \text{ KJ/mol}$$

③ لتحديد المحتوى الحراري للمركبات المعقدة .

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

س/..
اكتب معادلة الاحتراق C_2H_5OH ($\Delta H_c^\circ = -1367\ kJ/mol$) واحتراق C_3H_8 ($\Delta H_c^\circ = -2219\ kJ/mol$).

الحل

1) $C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)} \quad \Delta H_c^\circ = -1307\ \frac{kJ}{mol}$

2) $C_3H_{8(l)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O \quad \Delta H_c^\circ = -2219\ \frac{kJ}{mol}$

س/..
احسب ΔH_f° الى Al_2O_3 و ΔH_c° الى Al حسب التفاعل

$4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(s)} \quad \Delta H_r^\circ = -3340\ kJ$

الحل

$$\Delta H_f^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ}{n(Al_2O_3)} = \frac{-3340}{2} = -1670\ kJ/mol$$

$$\Delta H_c^\circ = \frac{\Delta H_r^\circ}{n(Al)} = \frac{-3340}{4} = -835\ kJ/mol$$

س/..
ماذا تعني المعادلات الحرارية التالية ..

1/ $2CH_3OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}, \quad \Delta H_r^\circ = -1453\ kJ$

2/ $4NH_{3(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 4NO_{(g)} + 6H_2O_{(g)}, \quad \Delta H_r^\circ = -904\ kJ$

3/ $H_{2(g)} + S_{(معيني)} + 2O_{2(g)} \rightarrow H_2SO_{4(l)}, \quad \Delta H_r^\circ = -811\ kJ$

الحل

1) تعني المعادلة، احتراق مولين من الميثانول بثلاث مول من الاوكسجين لتكوين مولين من ثاني اوكسيد الكاربون واربع مولات ماء وتحرير طاقة مقدارها 1453 kJ لكل تفاعل ياءات .. وتتم التفاعل في الظروف القياسية (25°C وضغط 1 atm).

2) وتعني المعادلة.. احتراق اربع مولات من الامونيا بواسطة خمس مولات اوكسجين لتكوين اربع مولات من اوكسيد النتروجين وست مولات من بخار الماء، و انبعاث حرارة مقدارها 904 kJ في الظروف القياسية (25°C وضغط 1 atm)

3) وتعني المعادلة.. اتحاد مول من غاز الهيدروجين مع مول من الكبريت المعيني مع مولين من غاز الاوكسجين .. لتكوين مول واحد من حامض الكبريتيك ومن عناصره الاولية وفي الظروف القياسية (25°C وضغط 1 atm) وتحرير طاقة مقدارها 811 kJ

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

٢) أنثالبية التغيرات الفيزيائية ...

وهي على عدة اقسام وهي ..

أ- انثالبي التبخير (ΔH_{vap}) ..: وهي مقدار الحرارة اللازمة لتبخير مول واحد من المادة والتحول من الحالة السائلة الى الغازية.

$$H_2O_{(l)} \xrightarrow{\text{تبخير}} H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_{vap} = +44\ KJ/mol$$

ب- انثالبي التكثيف (ΔH_{cond}) ..: وهي مقدار الحرارة لتكثيف مول واحد من المادة وتحويلها من الحالة الغازية الى السائلة

$$H_2O_{(g)} \xrightarrow{\text{تكثيف}} H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_{cond} = -44\ KJ/mol$$

* ان عمليتي التبخير والتكثيف متعاكستان ، فان مقدار التكثيف هو نفس مقدار التبخير لنفس المادة بعكس الاشارة.

$$\Delta H_{vap} = -\Delta H_{cond}$$

جـ- انثالبي الانصهار (ΔH_{fus}) ..: مقدار الحرارة اللازمة لانصهار مول واحد لاي مادة صلبة وتحويلها الى سائل.

$$H_2O_{(s)} \xrightarrow{\text{انصهار}} H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_{fus} = 6\ KJ/mol$$

د- انثالبي الانجماد (التبلور) (ΔH_{cryst}) ..: مقدار الحرارة المنبعثة لانجماد مول واحد من المادة وتحويلها من الحالة السائل الى الحالة الصلبة.

$$H_2O_{(l)} \xrightarrow{\text{انجماد}} H_2O_{(s)} \qquad \Delta H_{cryst} = -6\ KJ/mol$$

* ان عمليتي الانجماد والانصهار متعاكستان ، فان مقدار الانجماد هو نفس مقدار الانصهار لنفس المادة بعكس الاشارة.

$$\Delta H_{fus} = -\Delta H_{cryst}$$

انثالبي التسامي ...: مقدار الحرارة اللازمة لتحويل مول واحد من المادة من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة

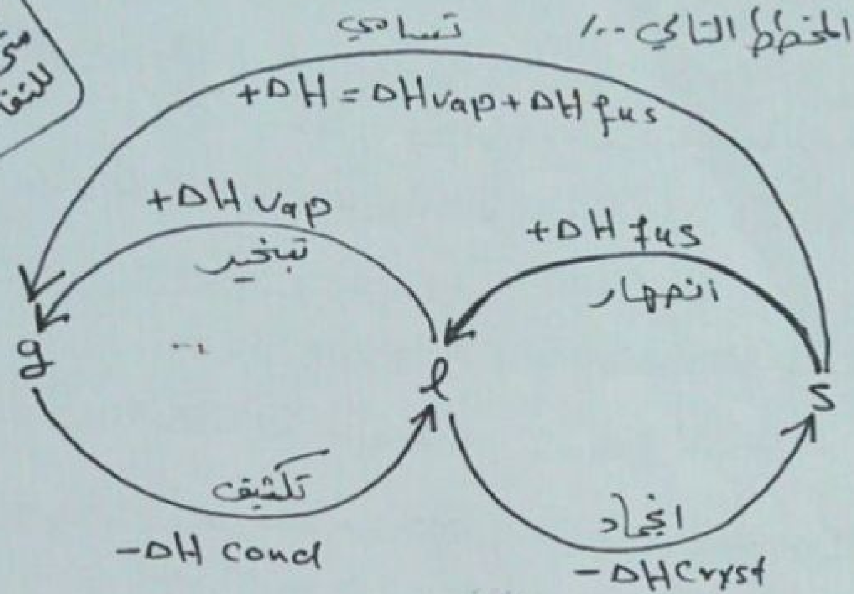
$$\Delta H_{\text{تسامي}} = \Delta H_{vap} + \Delta H_{fus}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$H_2O_{(s)} \xrightarrow{\text{تسامي}} H_2O_{(g)}$ $\Delta H_{\text{تسامي}} = 50\ kJ/mol$

* لاحظ بدقة المخطط التالي ../

لاحظ بدقة ../2004 متى لا تتغير قيمة ΔH للتفاعل مع ذكر السبب



$\Delta H_{vap} = -\Delta H_{cond}$

$\Delta H_{fus} = -\Delta H_{cryst}$

مثال ../

اذا علمت ان انثالبي التبخير للامونيا 23 kJ/mol احسب انثالبي التكثيف له ؟

الحل

$\Delta H_{vap} = -\Delta H_{cond} = -23\ kJ/mol$

ت ../

انثالبية الانصهار لحامض الخليك هي 11.5 kJ/mol احسب انثالبي الانجماد له ؟

الحل

$\Delta H_{fus} = -\Delta H_{cryst} = -11.5\ kJ/mol$

علل ../ قيم انثالبي التبخير والانصهار موجبة وقيم انثالبي التكثيف والانجماد سالبة ؟

ج ../ لحصول امتصاص للحراره خلال التبخير والانصهار فتصبح ΔH موجبة، بينما يحصل انبعاث للحراره خلال التكثيف والانجماد فتصبح ΔH سالبة .

مثال اضافي ../ اذا علمت ان انثالبية الانصهار والتبخير للماء وبدرجة 25°C هي على التوالي (6 ، 44) kJ/mol احسب حرارة تسامي الثلج ؟

$\Delta H_{\text{تسامي}} = \Delta H_{vap} + \Delta H_{fus} = 6 + 44 = 50\ kJ/mol$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

طرق حساب انثالبي التفاعل القياسية .../

① قانون هيس ---/ وزاري

عند تحويل المتفاعلات الى نواتج ، فان التغير في انثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوه واحده او في سلسله من الخطوات .

الاهمية ../ يستفاد من قانون هيس من حساب حراره التفاعل للمركبات الكيميائية التي لايمكن تحضيرها مباشره من عناصرها اعتماداً على مجموعه تفاعلات يمكن قياس حراره تفاعلها ومعاملتها معامله جبرية

* حسب قانون هيس يمكن جمع وضرب وطرح وقسمة (معامله جبرية) وعكس المعادلات (معروفة ΔH_r°) بحيث نحصل على المعادلة المطلوبة للماده المراد معرفة ΔH_r° لها .

* عند ضرب او قسمة اوعكس المعادله ، تعامل قيمة ΔH_r° بنفس الحاله -

---

مثال 2013/1

احسب انثالبية تكوين غاز CO علماً ان حراره تفكك CO_2 هي 394 KJ/mol وان حراره التفاعل التالي هي ..

$$CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2 \quad \Delta H_r^\circ = -283\ KJ$$

الحل ..

نكتب المعادلات من خلال السؤال

$$CO_{2(g)} \rightarrow C_{(\text{كرافيت})} + O_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = 394\ KJ/mol$$

$$CO_{(g)} + 1/2O_2 \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -283\ KJ$$

نقلب المعادله الاولى والثانية ثم نجمع المعادلتين فتكون ..

$$CO_2 \rightarrow CO + 1/2\ O_2 \quad \Delta H_r^\circ = 283\ KJ/mol$$

$$C_{(\text{كرافيت})} + O_2 \rightarrow CO_2 \quad \Delta H_r^\circ = -393.5\ KJ/mol$$

$$C_{(\text{كرافيت})} + 1/2\ O_2 \rightarrow CO \quad \Delta H_r^\circ = -110.5\ KJ/mol$$

مثال ---/

احسب انثالبية التكوين القياسية $(CS_{2(l)})$ للمعادله $(C_{(\text{كرافيت})} + 2S \rightarrow CS_2)$ من انثالبيات التفاعلات التالية ..

$$C_{(\text{كرافيت})} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$$

$$S_{(\text{معيني})} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -296\ KJ/mol$$

$$CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -1072\ KJ/mol$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الحل ..
نرتب المعادلات المعلومه من خلال بقاء الاولى على حالها ، وضرب الثانية (X2)
وعكس الثالثة ثم جمع المعادلات لنحصل على المعادلة الاصلية -

$C_{(كرافيت)} + O_2 \rightarrow CO_2$ $\quad \Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$

$2S_{(معيني)} + 2O_2 \rightarrow 2SO_2$ $\quad \Delta H_r^\circ = -592\ KJ/mol$

$CO_2 + 2SO_2 \rightarrow CS_{2(l)} + 3O_2$ $\quad \Delta H_r^\circ = 1072\ KJ/mol$

$C_{(كرافيت)} + 2S_{(معيني)} \rightarrow CS_2$ $\quad \Delta H_f^\circ = 86\ KJ/mol$

س ..
احسب انثالبي التكوين القياسية (C_2H_2) للمعادلة $(2C_{كرافيت} + H_2 \rightarrow C_2H_2)$
من المعلومات التالية

$C_{(كرافيت)} + O_2 \rightarrow CO_2$ $\quad \Delta H_r^\circ = -394\ KJ/mol$

$H_2 + 1/2\ O_2 \rightarrow H_2O_{(l)}$ $\quad \Delta H_r^\circ = -286\ KJ/mol$

$2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O_{(l)}$ $\quad \Delta H_r^\circ = -2599\ KJ$

الحل
نرتب المعادلات من خلال ضرب الاولى (X2) وبقاء الثانية على حالها مع عكس
وقسمة الثالثة على 2 .. لنحصل على المعادلة الاصلية

$2C_{كرافيت} + 2O_2 \rightarrow 2CO_2$ $\quad \Delta H_r^\circ = -788\ KJ/mol$

$H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O_{(l)}$ $\quad \Delta H_r^\circ = -286\ KJ/mol$

$2CO_2 + H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2$ $\quad \Delta H_r = +1299.5\ KJ/mol$

$2C_{(كرافيت)} + H_2 \rightarrow C_2H_2$ $\quad \Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ = +225.5\ KJ/mol$

س ...
احسب انثالبي التفاعل .... $(4HCl + O_2 \rightarrow 2Cl_2 + 2H_2O)$
من المعادلات التالية

$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl$ $\quad \Delta H_r^\circ = -185\ KJ$

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O$ $\quad \Delta H_r^\circ = -484\ KJ$

الحل: عكس المعادلة الاولى وضربها (X2) ، وبقاء الثانية على حالها . ثم نجمع

$4HCl \rightarrow 2H_2 + 2Cl_2$ $\quad \Delta H_r^\circ = +370\ KJ$

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ $\quad \Delta H_r^\circ = -484\ KJ$

$4HCl + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2Cl_2$ $\quad \Delta H_r^\circ = -114\ KJ$

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

س2.. /
احسب انثالبي التفاعل للمعادلة $(2NO_2 \longrightarrow N_2O_4)$ من المعلومات التالية../

1. $1/2 N_2 + O_2 \rightarrow NO_2 \quad \Delta H_f^\circ = 33\ KJ$
2. $N_2 + 2O_2 \longrightarrow N_2O_4 \quad \Delta H_f^\circ = 11\ KJ$

الحل.. نرتب المعادلات ، بعكس الاولى وضربها (X2) وبقاء الثانية على حالها ثم نجمع../

$$2NO_2 \longrightarrow N_2 + 2O_2 \quad \Delta H_r^\circ = -66\ KJ$$
$$N_2 + 2O_2 \longrightarrow N_2O_4 \quad \Delta H_r^\circ = 11\ KJ$$

$$2NO_2 \longrightarrow N_2O_4 \quad \Delta H_r^\circ = -55\ KJ$$

س3.. /
احسب حرارة التفاعل $(3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2)$ من المعلومات التالية../

1. $FeO_{(s)} + H_2 \longrightarrow Fe_{(s)} + H_2O_{(g)} \quad \Delta H_r^\circ = 25\ KJ$
2. $3FeO_{(s)} + 1/2O_2 \longrightarrow Fe_3O_{4(s)} \quad \Delta H_r^\circ = -318\ KJ$
3. $H_2 + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O_{(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -242\ KJ$

الحل نرتب المعادلات .. بعكس الاولى وضربها (X3) وبقاء الثانية على حالها مع عكس الثالثة ثم نجمع../

$$3Fe_{(s)} + 3H_2O \longrightarrow 3FeO + 3H_2 \quad \Delta H_r^\circ = -75\ KJ$$
$$3FeO + 1/2O_2 \longrightarrow Fe_3O_{4(s)} \quad \Delta H_r^\circ = -318\ KJ$$
$$H_2O \longrightarrow H_2 + 1/2O_2 \quad \Delta H_r^\circ = +242\ KJ$$

$$3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2 \quad \Delta H_r^\circ = -151\ KJ$$

س4.. /
احسب حرارة التفاعل --- $(2P + 2SO_2 + 5Cl_2 \rightarrow 2SCl_2O_{(l)} + 2PCl_3O_{(s)})$ من المعادلات التالية

1. $SCl_2O + 1/2O_2 \rightarrow SO_2 + Cl_2 \quad \Delta H_r^\circ = 10\ KJ$
2. $PCl_3 + 1/2\ O_2 \rightarrow PCl_3O \quad \Delta H_r^\circ = -325\ KJ$
3. $P + 3/2\ Cl_2 \rightarrow PCl_3 \quad \Delta H_r^\circ = -307\ KJ$

الحل نرتب المعادلات .. بعكس الاولى وضربها (X2) وضرب الثانية والثالثة X2 . ثم نجمع..

$$2Cl_2 + 2SO_2 \longrightarrow 2SCl_2O + O_2 \quad \Delta H_r^\circ = -20\ KJ$$
$$2PCl_3 + O_2 \longrightarrow 2PCl_3O \quad \Delta H_r^\circ = -650\ KJ$$
$$2P + 3Cl_2 \longrightarrow 2PCl_3 \quad \Delta H_r^\circ = -614\ KJ$$

$$2P + 5Cl_2 + 2SO_2 \longrightarrow 2SCl_2O + 2PCl_3O \quad \Delta H_r^\circ = -1284\ KJ$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

امثلة غير محلولة ...

1 مثال .. 1/98

احسب حرارة التفاعل ($CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \longrightarrow CH_3OH_{(l)}$) من المعلومات التالية

$CO + 1/2\,O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \Delta H^\circ_c = -284\ KJ/mol$

$H_2 + 1/2\,O_2 \longrightarrow H_2O \quad \Delta H^\circ_c = -286\ KJ/mol$

$CH_3OH + 3/2\,O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O \quad \Delta H^\circ_c = -727\ KJ/mol$

2 فاغات .. 2005 / 2

انثالبية احتراق القصدير القياسية مكوناً (SnO_2) تساوي $-580.8\ KJ/mol$ وانثالبية الاحتراق القياسية الى (SnO) مكوناً (SnO_2) تساوي $-294.8\ KJ/mol$، فان قيمة انثالبية التكوين القياسي الى (SnO) تساوي ———

3 مثال .. 2006 / الدور الأول

احسب حرارة احتراق الايثان C_2H_6 من معلومات المعادلات التالية

$2C + 3H_2 \longrightarrow C_2H_6 \quad \Delta H^\circ_f = -85\ KJ$

$H_2O \longrightarrow H_2 + 1/2\,O_2 \quad \Delta H^\circ_f = +286\ KJ$

$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \Delta H^\circ_f = -392.5\ KJ$

4 مثال .. 2007 / 2

احسب انثالبية التكوين القياسية Al_2O_3 من خلال المعلومات التالية ؟.

$Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + 3/2\,O_2 \quad \Delta H^\circ_r = +821\ KJ/mol$

$2Fe_2O_3 + 4Al \longrightarrow 4Fe + 2Al_2O_3 \quad \Delta H^\circ_r = -1602\ KJ/mol$

5 مثال .. 2009 / 2

احسب انثالبي التكوين القياسية لغاز الميثان CH_4 من التفاعلات التالية ؟

1- $C_{(\text{كرافيت})} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H = -393.5\ KJ$

2- $H_{2(g)} + 1/2\,O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -286\ KJ$

3- $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad \Delta H = -890\ KJ$

6 مثال ..

احسب حرارة تبخير الماء ($\Delta H\ vap$) .. علماً ان حرارة احتراق البنتان تساوي $-2858\ KJ/mol$ عندما يعطي سائل الماء .. ولكن حرارة احتراق البنتان تساوي $-2594\ KJ/mol$ عندما يعطي بخار الماء

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

٣ من قيم انثالبيات التكوين القياسية ..../

يمكن استخدام قيم ΔH_f° للمركبات الكيميائية لحساب قيمة ΔH_r° للتفاعل من خلال الخطوات التالية ..

أ- كتابة المعادلة المتوازنة ، واذا لم تعطى بالسؤال تكتب معادلة الاحتراق او التكوين ثم توازن -

ب- نثبت قيم ΔH_f تحت كل مادة

ج- نطبق العلاقة التالية

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma n \Delta H_f^\circ (P) - \Sigma n \Delta H_f^\circ (R)$$

ΔH_f° (للعنصر الحره واثبت صوره) = صفراً

n = عدد المولات (ارقام الموازنة من المعادلة)

Σ = مجموع

مثال../

احسب انثالبي التفاعل القياسية للتفاعل ($2Al_{(s)} + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe_{(l)}$)

علماً ($\Delta H_f^\circ Al_2O_3 = -1670$) ($\Delta H_f^\circ Fe_2O_3 = -822$) ،

($\Delta H_f^\circ Fe = 12$) جميعها بوحدة KJ/mol ؟.

الحل

$$\Delta H_r^\circ = \Sigma n \Delta H_f^\circ \text{(نواتج)} - \Sigma n \Delta H_f^\circ \text{(متفاعل)}$$

$$= [\Delta H_f^\circ Al_2O_3 + 2\Delta H_f^\circ Fe] - [2\Delta H_f^\circ Al + \Delta H_f^\circ Fe_2O_3]$$

$$= [-1670 + 2\times12] - [2\times0 + (-822)]$$

$$= -824 \text{ KJ/mol}$$

* لاحظ ان قيمة $\Delta H_f^\circ Al$ = صفر ، ولكن $\Delta H_f^\circ Fe \neq$ صفر لان اثبت صوره للحديد هي الحالة الصلبة وهو بالمعادلة بالحالة السائلة .

س../

احسب انثالبي التفاعل لاحتراق البنزين علماً ان انثالبيات التكوين القياسية للبنزين ، CO_2 ، H_2O هي (49 ، -394 ، -286) بوحدة KJ/mol وكان التوالي ؟.

الحل

$$C_6H_6 + {}^{15}/_2 O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O$$

(نسبب احتراق مول واحد)

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$\Delta H_c^\circ = \Delta H_r^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ$ (نواتج) $- \sum n \Delta H_f^\circ$ (متفاعل)

$= [(6 \times -394) + (3 \times -286)] - [49 + 0]$

$= -3271$ KJ/mol

س٥/...

احسب ΔH_r° للتفاعل عند درجة 25°C وضغط 1 atm للتفاعل التالي من خلال المعلومات التالية $(\Delta H_f^\circ HCN = 135)$ $(\Delta H_f^\circ NH_3 = -46)$ $(\Delta H_f^\circ H_2O = -242)$ $(\Delta H_f^\circ CH_4 = -75)$ بوحده KJ/mol

$$2NH_3 + 3O_2 + 2CH_4 \longrightarrow 2HCN + 6H_2O$$

الحل

$\Delta H_r^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ$ (نواتج) $- \sum n \Delta H_f^\circ$ متفاعل

$= [2(+135) + 6(-242)] - [2(-46) + 2(-75) + 3 \times 0]$

$= -940$ KJ

س٦/...

احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $HPO_{3(l)}$ علماً ان قيم انثالبيات التكوين القياسية للمواد $(N_2O_5$ ، HNO_3 ، $P_4O_{10})$ هي على التوالي $(-2984$ ، -174 ، $-43)$ بوحده KJ/mol وحسب المعادلة/..

$$P_4O_{10(s)} + 4HNO_{3(l)} \longrightarrow 4HPO_{3(l)} + 2N_2O_{5(g)} \quad \Delta H_r^\circ = -180 \text{ KJ}$$

الحل

$\Delta H_r^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ$ (نواتج) $- \sum n \Delta H_f^\circ$ (متفاعل)

$-180 = [4 \times \Delta H_f^\circ HPO_3 + (2 \times -43)] - [-2984 + 4(-174)]$

$\Delta H_f^\circ HPO_3 = \frac{-3774}{4} = -943.5$ KJ/mol

امثله محلوله/...

1 مثال ٢٠٠٦/١

احسب انثالبية الاحتراق القياسية ΔH_c° لغاز الايثان، علماً ان انثالبية التكوين القياسية لسائل الماء وغاز CO_2 والايثان هي على التوالي وبوحده KJ/mol
$(-285.8$ ، -393.5 ، $-84.67)$

الحل

نكتب المعادلة

$$C_2H_6 + 7/2\,O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$\Delta H_r^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ (P) - \sum n \Delta H_f^\circ (R)$
$= \{2(-393.5) + 3(-285.8)\} - \{-84.67 + Zero\}$
$= -1559.73 \ KJ$

وتكون $\Delta H_c^\circ = \Delta H_r^\circ$ بسبب احتراق مول واحد من الايثان .

مثال ٢٠٠٥ / ١ / ...

عند حرق 1.6g من الميثان انبعثت حرارة مقدارها 89.015KJ ، احسب انثالبية التكوين القياسية للميثان علماً ان انثالبية التكوين القياسية للماء ، و CO_2 على التوالي هي (-286 ، -393.5) جول .KJ/mol على التوالي علماً ان (1 = H ، 12 = C)

الحل

$M(CH_4) = 12 + 4 \times 1 = 16 \ g/mol$

$n = \frac{m}{M} = \frac{1.6}{16} = 0.1 mol$

$\Delta H_c^\circ = \frac{-89.015}{0.1} = -890.15 \ KJ/mol$

$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow 2H_2O + CO_2 \qquad \Delta H_r^\circ = \Delta H_c^\circ = -890.15 \ KJ/mol$

لاحتراق مول واحد ، واصبحت الاشارة سالبة لانها حرارة منبعثة .

$\Delta H_c^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ (P) - \sum n \Delta H_f^\circ (R)$

$-890.15 = \{2(-286) + (393.5)\} - \{\Delta H_f^\circ CH_4 + Zero\}$

$\Delta H_f^\circ CH_4 = -75.35 \ KJ/mol$

مثال ...

عند حرق 156g من البنزين $(M = 78 g/mol)$ .. وجد ان حرارة الاحتراق هي $-6536 KJ/mol$ احسب $\Delta H_f \ C_6H_6$ علماً ان حرارة تفكك الماء $+286 KJ/mol$ وحرارة تكوين $CO_2 = -393.5 KJ/mol$ ؟ .

الحل

$n = \frac{m}{M} = \frac{156}{78} = 2 mol$

$\Delta H_c^\circ = \frac{-6536}{2} = -3268 \frac{KJ}{mol}$

$C_6H_6 + \frac{15}{2} O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 3H_2O$

$\Delta H_c^\circ = \Delta H_r^\circ = -3268 \ KJ/mol$

$\Delta H_r^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ (P) - \sum n \Delta H_f^\circ (R)$

$-3266 = ((6 \times -393.5) + (3 \times -286)) - (\Delta H_f \ C_6H_6 + 0)$

$\therefore \Delta H_f = 49 \ KJ/mol$

لاحظ بدقة ..
تم عكس الاشارة لانها بالسؤال تفكك ويجب تعويضها بالسؤال تكوين

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

رحلة التفوق في السادس @

مسائل غير محلولة .../

١) ٢/٢٠٠١ + ١/٢٠٠٦

احسب انثالبية الاحتراق القياسية ΔH_c° لغاز الايثان ، علماً ان انثالبية التكوين القياسية لسائل الماء و CO_2 و C_2H_6 هي -285.8 ، -393.5 ، -84.67 على التوالي بوحدة (KJ/mol) ؟ .

$$C_2H_{6(g)} + \frac{7}{2}O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

٢) ٢/٢٠٠٢

احسب حرارة احتراق البنزين بدرجة 25°C علماً ان حرارة التكوين للماء و CO_2 والبنزين هي على التوالي (-286 ، -393.5 ، 49.04) KJ/mol

$$C_6H_6 + 15/2\,O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O$$

٣) ٢/٢٠٠٤

احسب انثالبية تكوين البروبان من حرارة احتراقه التي تبلغ -2220 KJ/mol علماً ان حرارة تكوين الماء و CO_2 هي -286 ، -393.5 KJ/mol على التوالي

$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

٤) ٢/٢٠٠٩

للتفاعل ($CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$) وجد ان حرارة الاحتراق له هي -890 KJ ، احسب حرارة التكوين القياسية للميثان علماً ان حرارة تكوين القياسية الى H_2O ، CO_2 هي -286 ، -393.5 بوحدة KJ/mol

٥) مثال ../

احسب الحرارة اللازمة لتكوين 1000g من كاربيد الكالسيوم علماً ان قيم ΔH_f للمواد (CO = -110.5 ، CaC_2 = -62.7 ، CaO = -635.5) بوحدة KJ/mol وحسب المعادلة ../

$$CaO + 3C_{(s)} \rightarrow CaC_{2(s)} + CO_{(g)}$$

٦) مثال ../

احسب انثالبية التفاعل الناتج من تفاعل 96g من SO_3 مع BaO وحسب المعادلة علماً ان انثالبيات التكوين القياسية $BaSO_4$ ، SO_3 ، BaO هي -395.7 ، -558.5 ، -1466.6 بوحدة KJ/mol

$$BaO + SO_3 \rightarrow BaSO_4$$

٧) ١/٢٠٠٤ ، ../

بيّن متى مع ذكر السبب .. لا تتغير قيمة ΔH للتفاعلات

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

العمليات التلقائية .../

س .../ ماذا تعني العملية التلقائية ، وضح ذلك ثم اعط مثالين لكل من العمليات التلقائية وغير التلقائية .

الجواب/ العملية التلقائية .../ هي عملية فيزيائية او كيميائية ، تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من اي عامل خارجي مثل سقوط الماء من اعلى الشلال وصدأ الحديد

اما العمليات اللاتلقائية فهي لاتحدث الا بعد استخدام عامل خارجي مثل صعود الماء لاعلى الشلال كما وان صدأ الحديد لايمكن ان يتحول الى الحديد

* ان العمليات التي تحدث تلقائياً باتجاه معين لاتحدث تلقائياً بالاتجاه المعاكس وتحت نفس الظروف ..

فمثلاً ذوبان السكر في كوب القهوه هو عملية تلقائية ، ولكن السكر المذاب لايتجمع تلقائياً كما في شكله الابتدائي (عملية غير تلقائية) -

س٢ .../

اي من العمليات التالية تلقائية وايها غير تلقائي ؟ .

1. ذوبان ملح الطعام في الماء ------------------ تلقائي
2. تسلق قمة جبل ايفرست ------------------ لاتلقائي
3. انتشار العطر بالغرفة بعد رفع الغطاء ------------ تلقائي
4. فصل الهيليوم والنيون من مزيج غازي ------------ لاتلقائي
5. تمدد الغاز في الاناء المفرغ من الهواء ------------ تلقائي
6. انجماد الماء النقي تحت (٥ م) وانصهار الجليد فوق (٥ م) ..... تلقائي
7. انتقال الحرارة من الجسم الساخن الى البارد ---------- تلقائي

سؤال .../

ما السبب الذي يجعل بعض العمليات تحدث تلقائياً ؟ .

الجواب .../ لان جميع العمليات التلقائية يرافقها انخفاض في طاقة النظام الكلية ليصبح اكثر استقراراً ، اي ان الطاقة النهائية اقل من الطاقة الابتدائية للنظام ، وهذا يوضح سبب سقوط الماء من اعلى الشلال .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

التفاعل التلقائي ../ وهي التفاعلات التي تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة من ضغط ودرجة حراره وتركيز مثل صدأ الحديد عند تعرضه للاوكسجين والرطوبة .

سؤال ../ هل يشترط ان يكون التفاعل باعث ام ماص ليكون تلقائي ؟ .
الجواب ../ ليس من الضروري في تحديد تلقائية التفاعلات ان تكون باعثة ام ماصه للحراره ، فهناك تفاعلات باعثة وماصه تكون تلقائية وكما يلي ..

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \xrightarrow{\text{تغير كيميائي}} CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^\circ = -890\ kJ$$

$$NH_4Cl_{(s)} \xrightarrow{\text{تغير فيزيائي}} NH_4^{+1}{}_{(aq)} + Cl^{-1}{}_{(aq)} \qquad \Delta H_r^\circ = +14\ kJ$$

* نستنتج من السؤال اعلاه ان الانثالبية لوحدها لا تكفي لمعرفة تلقائية التفاعل .. لذلك فاننا نحتاج لداله ثرموداينميكية اخرى وهي الانتروبي .

الانتروبي S ../

داله ثرموداينميكية وخاصية شامله ، وتعتبر مقياساً لدرجة اللاانتظام (مدى العشوائية) النظام الثرموداينميكي ، رمزها (S) ووحدتها (J / K . mol)

* عندما تكون الانتروبي عالية .. فهذا يعني ان النظام عشوائي بشكل كبير وحاله الانتظام فية قليلة .

* جميع العمليات التلقائية يرافقها زياده بالانتروبي .

* الانتروبي داله حاله .. فهي لا تقاس بشكل مطلق .. بل من خلال التغير الحاصل في الانتروبي (ΔS) .

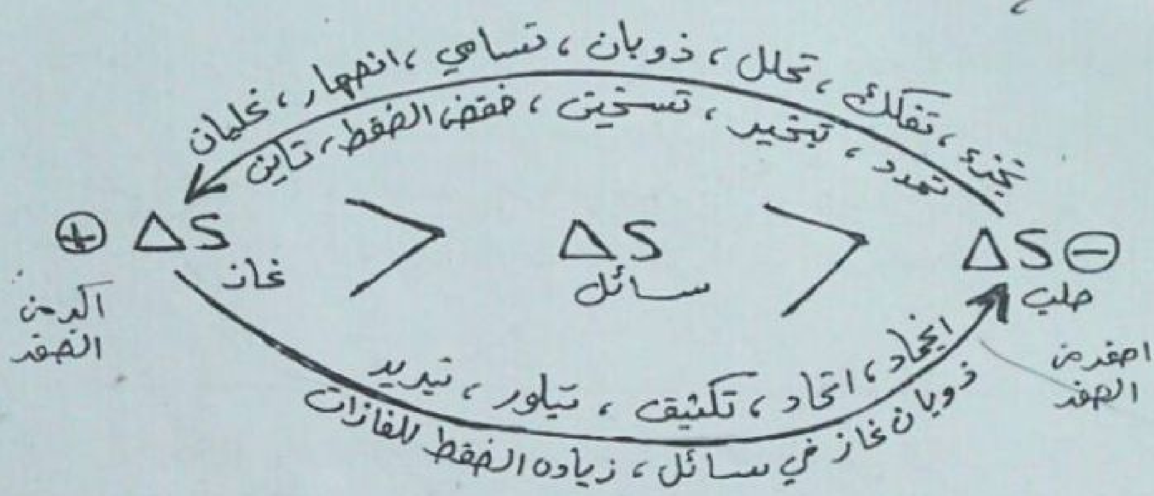
$$\boxed{\Delta S = S_f - S_i}$$

S_f = الانتروبي النهائية
S_i = الانتروبي الابتدائية

رحلة التفوق في السادس @
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

* انتروبي الحالة الغازية اكبر من السائلة وهذه بدورها اكبر من الحالة الصلبة وذلك لزيادة طاقة التشتت وتبدأ الذرات او الجزيئات بالحركة خارج شبكتها البلورية فتزداد الانتروبية في الانصهار والتبخير.

* لاحظ بدقة



للمعادلات ... حيث تزداد الانتروبية مع زيادة عدد المولات الغازية للمواد المتفاعلة او الناتجة ، وبحالة تساويهما على جانبي المعادلة نعتمد على عدد المواد الغازية لتحديد الانتروبية .. لاحظ المثال

$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}$ ΔS ⊖

علل .. / زيادة درجة الحرارة تؤدي لزيادة الانتروبي ؟ ٢٠٠٥ / ١

ج .. / لان زيادة درجة الحرارة تزيد من الحركات الانتقالية (الطاقة) للجزيئات فتزداد الحركات الدورانية والاهتزازية وتزداد جميع انواع الطاقات المرتبطة بالحركة الجزيئية .. فتزداد الانتروبي تبعاً لذلك .

علل .. / عند تحول محلول الى بلوراته فان ΔS تكون اقل من الصفر ؟ ٢٠١٠ / ٢

ج .. / لان عملية التبلور تعمل على تحويل المادة من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة ، وفيها تقل طاقة التشتت وتقل الطاقة الحركية للذرات او الجزيئات لانها تدخل في تكوين شكل بلوري هندسي منتظم (البلورة) فتقل قيمة ΔS .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

انتروبي المحاليل ../

من المعلوم ان المحلول يتكون من مذاب ومذيب .. لذا فان زيادة الانتروبية عند ذوبان مذاب معين في مذيب تعتمد على عاملين هما ..
1. عملية تكوين المحلول (خلط المذاب مع المذيب).
2. تفكك المركب الصلب الى ايونات (التاين).

علل ../ تزداد الانتروبية عند ذوبان السكر (او الملح) في مذيب معين مثل ماء ؟
ج ../ لان ذوبان السكر في الماء يعمل على تكسير النظام الهيكلي المنتظم للسكر (المذاب) وتكسير جزء من الانتظام الهيكلي للماء (مذيب) فيكون بذلك المحلول بحالة لا انتظام اكثر مما للمذاب النقي والمذيب النقي معاً.

مثال ../
تنبأ اذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر او اقل من الصفر لما يلي ؟.
1. تجمد كحول الاثيل ---------- تقل ΔS < صفر ⊖
2. تبخير سائل البروم ---------- تزداد ΔS > صفر ⊖
3. ذوبان الكلوكوز بالماء ---------- تزداد ΔS > صفر ⊕
4. تبريد غاز (N_2) من 80°C الى 20°C ---- تقل ΔS < صفر ⊕

تمرين + س 21 ../
كيف تتغير انتروبي النظام في الحالات والعمليات التالية ؟.
1. تكثيف بخار الماء ---------- تقل (للتحويل البخار الى سائل)
2. تكون بلورات السكر في محلوله فوق المشبع - تقل (لتحول المواد السائلة الى صلب)
3. تسخين غاز (H_2) من 20°C الى 80°C --- تزداد (لزيادة الطاقة الحركية)
4. تسامي اليود الصلب ---------- تزداد (لتحويل الصلب الى بخار)
5. ذوبان مادة صلبة في مذيب ---------- تزداد (لانتشار المادة الصلبة بالمذيب)
6. تجمد سائل ---------- تقل (لتحويل السائل الى صلب)
7. تحول البخار الى صلب ---------- تقل (لتحويل البخار الى صلب)
8. تكثيف البخار الى سائل ---------- تقل (لتحويل البخار الى سائل)
9. تسامي مادة صلبة ---------- تزداد (لتحويل الصلب الى بخار)
10. ذوبان اليوريا في الماء ------ تزداد (لانتشار جزيئات اليوريا الصلبة بالماء)

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

* علل../
ان تحول الجليد الى ماء يؤدي الى زيادة الانتروبية .؟

ج../ وذلك لان النظام يتحول من الحالة الصلبة الى السائلة اي التحول من حالة الاكثر نظاماً الى الاقل نظام (الاكثر عشوائية) فتزداد الانتروبية.

* سؤال اضافي.../
تنبأ باشارة (ΔS) للعمليات الاتية مع ذكر السبب../

1. $N_2O_4(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$
2. $Br_2(l) \longrightarrow Br_2(g)$
3. $NaCl(s) \xrightarrow[\text{ذائب}]{H_2O} Na^+(aq) + Cl^-(aq)$
4. N_2 (ضغط عالي) $\longrightarrow$ N_2 (ضغط منخفض)
5. S (موشوري) $\longrightarrow$ S (معيني)
6. $C(s) + H_2O(g) \longrightarrow CO(g) + H_2(g)$

ملاحظة مهمة
* تزداد ΔS عند زيادة مولات الناتج بنفس الحالة الفيزيائية والعكس بالعكس

الحل

1. ΔS (موجبة) لان عدد مولات الناتج اكبر من المتفاعل وبنفس الطور الفيزيائي
2. ΔS (موجبة) لان انتروبي الحالة الغازية اكبر من الحالة السائلة.
3. ΔS (موجبة) لان ذوبان مادة صلبة بالماء يزيد من الانتروبي.
4. ΔS (موجبة) لان الضغط المنخفض يزيد من حرية حركة الجزيئات فتزداد الانتروبية
5. ΔS (سالبة) لان الكبريت المعيني اثبت من الموشوري
6. ΔS (موجبة) لان عدد مولات غازات النواتج اكثر من عدد مولات (جزيئات) المتفاعل

حساب الانتروبي القياسية ΔS°_r .../

يمكن حساب الانتروبي القياسية من خلال العلاقة../

$$\Delta S^\circ_r = \sum n S^\circ(\text{نواتج}) - \sum n S^\circ(\text{المتفاعل})$$

S° = الانتروبي القياسية ($25^\circ C$ وضغط 1atm)
ΔS°_r = معدل التغير بالانتروبي القياسية للتفاعل

* وحدة الانتروبي هي (J / K . mol) حسب النظام الدولي.
* ان الانتروبي القياسية لاي عنصر (حر) لا تساوي صفراً.

$$\Delta S^\circ(\text{للعنصر الحر}) \neq Zero$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال ..

احسب ΔS_r° للتفاعل الغازي التالي علماً ان قيم الانتروبي القياسية هي كما يلي ($CO = 198$) ($CO_2 = 214$) ($O_2 = 205$) بوحدة $J/K.mol$

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$$

الحل .

$$\Delta S_r^\circ = \sum n S^\circ (\text{نواتج}) - \sum n S^\circ (\text{متفاعل})$$

$$= [2 S^\circ CO_2] - [2S^\circ CO + S^\circ O_2]$$

$$= (2 \times 214) - (2 \times 198 + 205)$$

$$= -173 \ J/K.mol$$

س11 ...

احسب ΔS_r° علماً ان قيم الانتروبي القياسية كما يلي ($Fe_2O_3 = 87$) ($O_2 = 205$) ($Fe = 27$) بوحدة $J/K.mol$ وحسب التفاعل

$$4Fe_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$$

الحل

$$\Delta S_r^\circ = \sum n S^\circ (\text{نواتج}) - \sum n S^\circ (\text{متفاعل})$$

$$= (2 \times 87) - (4 \times 27 + 3 \times 205)$$

$$= -549 \ J/K.mol$$

س12 ...

احسب ΔS_r° للتفاعل الغازي التالي علماً ان قيم الانتروبي القياسية للمواد ($N_2 = 192$) ($NH_3 = 193$) ($H_2 = 131$) $J/K.mol$ وحسب المعادلة

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

الحل .

$$\Delta S_r^\circ = \sum n S^\circ (\text{نواتج}) - \sum n S^\circ (\text{متفاعل})$$

$$= (2 \times 193) - (192 + 3 \times 131) = -199 \ J/K.mol$$

س2 ...

احسب ΔS_r° للتفاعل التالي علماً ان قيم الانتروبي القياسية للمواد هي .. ($O_2 = 205$) ($SiH_4 = 206$) ($H_2O = 70$) ($SiO_2 = 42$) بوحدة $J/K.mol$ وحسب المعادلة

$$SiH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow SiO_{2(s)} + 2H_2O_{(l)}$$

الحل .

$$\Delta S_r^\circ = \sum n S^\circ (\text{نواتج}) - \sum n S^\circ (\text{متفاعل})$$

$$= (42 + 2 \times 70) - (206 + 2 \times 205)$$

$$= -434 \ J/K.mol$$

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

س ٣٦ /

اذا علمت ان قيمة ΔS°_r للتفاعل التالي 137 J/K.mol بدرجة 25°C وضغط 1atm ، وان قيم الانتروبي للمواد هي (O_2 = 205 J/K.mol) احسب انتروبية الاوزون S° .

$$2O_3 \longrightarrow 3O_2$$

الحل

$$\Delta S^\circ_r = \sum n S^\circ(P) - \sum n S^\circ(R)$$

$$137 = (3 \times 205) - (2 S^\circ O_3)$$

$$S^\circ O_3 = \frac{615 - 137}{2} = +239 \ J/K.mol$$

القوة المسيرة للتفاعلات /

لايكفي استخدام قيم الانثالبية والانتروبية لمعرفة مدى تلقائية التفاعلات ، لذلك تم ادخال داله ثرموداينميكية اخرى تسمى طاقة كبس الحره (G) والتي تحدد اشارتها كون التفاعل تلقائي او غير تلقائي .

طاقة كبس الحره G /

داله حاله لوصف مقدار الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها عند قياس الانثالبية والانتروبية عند ثبوت درجة الحراره والضغط ، وحدتها (KJ/mol) .

* يمكن حسابها من خلال القانون التالي /

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

ΔG = التغير بطاقة كبس الحره .

T = درجة الحراره بالكلفن .

* من خلال اشاره ΔG نتعرف على تلقائية التفاعل او عدم التلقائية وكما يلي /

مهم

1. ΔG سالبة ($\Delta G < 0$) ⇐ التفاعل تلقائي
2. ΔG موجبة ($\Delta G > 0$) ⇐ التفاعل لا تلقائي ويحدث تلقائيا بعكس الاتجاه
3. ΔG = صفر (توازن) ⇐ التفاعل بحاله اتزان

* تميل نواتج التفاعلات ان تكون باقل مستوى بالانثالبية واعلى مستوى بالانتروبية

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

انواع الطاقة الحره ΔG ...:

1. الطاقة الحره للتفاعل القياسية ΔG°_r ...:
مقدار التغير في طاقة كيبس الحره للتفاعل عندما يجري تحت الظروف القياسية ($25^\circ C$ ، ضغط 1 atm).

2. الطاقة الحره للتكوين القياسية ΔG°_f ...:
مقدار التغير في الطاقة الحره عند تكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية وباثبت صورها وتحت الظروف القياسية ($25^\circ C$ ، ضغط 1 atm)

* ترتبط ΔG°_r مع ΔG°_f بالعلاقة التالية ..:

$$\Delta G^\circ_r = \sum n \Delta G^\circ_f (P) - \sum n \Delta G^\circ_f (R)$$

ΔG°_f للعنصر الحر واثبت صوره = Zero

مثال ..:
احسب طاقة كيبس الحره للتفاعل التالي وفي الظروف القياسية ، موضحاً هل ان التفاعل تلقائي ام لا .. علماً ان قيم طاقة كيبس للتكوين القياسية للمواد هي ($CO_2 = -394$ ، $H_2O = -237$ ، $C_6H_6 = 125$) بوحدة KJ/mol

$$2C_6H_{6\,(l)} + 15O_{2\,(g)} \rightarrow 12CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(l)}$$

الحل

$$\Delta G^\circ_r = \sum n \Delta G^\circ_f (P) - \sum n \Delta G^\circ_f (R)$$

$$= (12(-394) + 6(-237)) - (2(125) + 15(0))$$

$$= -6450 \text{ KJ/mol}$$

∴ التفاعل تلقائي لان ΔG°_r سالبة .

س ...:
ما هي وحدات الانثالبي والانتروبي وطاقة كيبس الحره حسب النظام الدولي؟

ج ..:
وحده الانثالبي ΔH = KJ/mol
وحده الانتروبي ΔS = J/K.mol
وحده الطاقة الحره ΔG = J/mol

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س١٢ / ٠٠٠
احسب ΔG_r° للتفاعل التالي وفي الظروف القياسية وهل التفاعل يجري تلقائياً او لا .. علماً ان قيم ΔG_f° للمواد هي ($NO = 87$ ، $NO_2 = 52$) بوحدات KJ/mol

$$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$$

الحل

$$\Delta G_r^\circ = \sum n \Delta G_f^\circ (P) - \sum n \Delta G_f^\circ (R)$$
$$= (2(52)) - (2(87) + Zero) = -70\ KJ/mol$$

∴ التفاعل تلقائي لان قيمة ΔG_r° سالبة .

س٢٥ / ٠٠٠
احسب ΔG_r° للتفاعلات التالية وفي الظروف القياسية موضحاً تلقائية التفاعل علماً ان قيم ΔG_f° للمواد ($NO = 87$ ، $H_2O_{(l)} = -237$ ، $CO_2 = -394$ ، $H_2O_{(g)} = -229$ ، $C_2H_2 = 209$) بوحدات KJ/mol

1) $N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)}$

$\Delta G_r^\circ = (2(87)) - (0 + 0) = +174\ KJ/mol$ غير تلقائي

2) $H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$

$\Delta G_r^\circ = (-229) - (-237) = +8\ KJ/mol$ غير تلقائي

3) $2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

$\Delta G_r^\circ = (4(-394) + 2(-237)) - (2(209) + 5(0))$
$= -2468\ KJ/mol$ تلقائي

مثال اضافي .. (٢٠١١/٢/٤) ٠٠/
احسب قيمة ΔS للتفاعل الغازي $H_{2(g)} + F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)}$ علماً ان مقدار ($\Delta G_f^\circ HF = -275$ ، $\Delta H_f^\circ HF = -273$) كلاهما بوحدات KJ/mol

مثال اضافي ٠٠٠/
للتفاعل ($H_2O_{(l)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$) احسب ΔG عند 250K مرة وعند 300K مرة اخرى .. موضحاً اي من الدرجتين يتحول الجليد الى سائل تلقائياً علماً ان ($\Delta H = 6.0$ KJ/mol) ($\Delta S = 22$ J/K.mol) ؟

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

اتجاه سير التفاعلات .../

من خلال معادله كبس ($\Delta G = \Delta H - T\Delta S$) يمكن معرفة التفاعل ان كان تلقائي او غير تلقائي .. حيث يؤثر على المعادله عاملين هما ../

1- تميل التفاعلات لان تكون فيها الطاقة (ΔH) اقل مايمكن ، فتكون التلقائية هي الاكثر احتمالاً عندما تكون ΔH سالبة (باعث للحرارة) .

2- تميل التفاعلات لان تكون فيها الانتروبي (ΔS) اعلى مايمكن ، فتكون التلقائية هي الاكثر احتمالاً عندما تكون ΔS موجبة .

علل ../ 2012-1/2

الانثالبية لوحدها ليست العامل الوحيد المؤثر على تلقائية التفاعلات ؟

ج ../ لان الانثالبية تحدد كون التفاعل باعث او ماص فقط ، بينما محصله ΔH و ΔS هو الذي يحدد تلقائية التفاعل .

تطبيقات معادله كبس .../

اولاً - تحديد تلقائية التفاعلات ../

1- اذا كانت ΔH موجبة (ماص) مع ΔS سالبة فان ΔG تكون موجبة .. والتفاعل لا تلقائي ولا تاثير لتغير درجة الحراره على التفاعل .

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$\oplus = \oplus \quad \oplus \quad (\Delta H = \oplus,\ \Delta S = \ominus \rightarrow -T\Delta S = \oplus)$$

2- اذا كانت ΔH سالبة (باعث) مع ΔS موجبة فان ΔG تكون سالبة والتفاعل تلقائي ولا تاثير لتغير درجة الحراره على التفاعل

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$\ominus = \ominus \quad \ominus \quad (\Delta H = \ominus,\ \Delta S = \oplus \rightarrow -T\Delta S = \ominus)$$

3- اذا كانت ΔH و ΔS موجبة فلها احتمالان

م - $T\Delta S < \Delta H$

وفيها تكون ΔG موجبة والتفاعل لاتلقائي .. ولكن عند رفع درجة الحراره تصبح $\Delta H < T\Delta S$ فتصبح ΔG سالبة والتفاعل يصبح تلقائي اي ان الحراره مؤثر وعند رفعها يتحول التفاعل من لاتلقائي الى تلقائي

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$\oplus = \oplus > \ominus \quad (\Delta H = \oplus,\ \Delta S = \oplus)$$
$$\oplus = \Delta G$$

ب- $T\Delta S > \Delta H$
ستكون ΔG سالبة والتفاعل تلقائي
وعند خفض درجة الحرارة تصبح
$\Delta H > T\Delta S$ فتصبح ΔG موجبة
ويصبح التفاعل لاتلقائي

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$(+) \qquad (+)$$
$$(-) = (+) < (-)$$

٤) اذا كانت ΔH , ΔS سالبة فيوجد احتمالان

أ- $T\Delta S < \Delta H$
ستكون ΔG سالبة والتفاعل تلقائي
وعند رفع درجة الحرارة تصبح $\Delta H < T\Delta S$
فتصبح ΔG موجبة ويصبح التفاعل لاتلقائي

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$(-) \qquad (-)$$
$$(-) = (-) > (+)$$

ب- $T\Delta S > \Delta H$
تكون ΔG موجبة والتفاعل لاتلقائي وعند
التبريد تصبح $\Delta H < T\Delta S$ فتصبح ΔG
سالبة ويكون التفاعل تلقائي .. وهنا تكون
الحرارة مؤثرة فالتبريد يحول التفاعل من
لاتلقائي الى تلقائي

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$(-) \qquad (-)$$
$$(+) = (-) < (+)$$

* لاحظ الجدول التالي ..

ΔH	ΔS	ΔG	نوع التفاعل	مثال
−	+	−	تلقائي ولا تأثير T	$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$
+	−	+	لاتلقائي ولا تأثير T	$3O_2 \rightarrow 2O_3$
−	−	−	تلقائي عند T واطئة فقط	$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$
+	+	−	تلقائي عند T عالية فقط	$2HgO \rightarrow 2Hg + O_2$

يمكن حل تعاليل كبس بعد تحديد اشارة ΔH و ΔS بدقة

أ- اذا كانتا مختلفتان ، فان اشارة ΔG تكون مشابهة الى ΔH ، ولا تأثير للحرارة على حالة التفاعل .

ب- اذا كانتا متشابهتان ، فسوف نحصل على متراجحة (< او >) ، فاذا كانت ΔH هي الاصغر فان التبريد (خفض T) يغير الحالة ، واذا كانت ΔH هي الاكبر فان التسخين (رفع T) يغير الحالة

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال اضافي ٢٠٠٧/١ ١٠٠ ... علل حسب كبس؟
ذوبان ملح الطعام بالماء مصحوباً بانخفاض درجة الحرارة

$\Delta H = +$ لانه ماص
$\Delta S = +$ ذوبان
$\Delta G = -$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$(+) \quad (+)$
$- = + < -$

∴ التفاعل تلقائي لان $T\Delta S$ > ΔH

مثال اضافي ١٠٠/ اعتماداً على معادلة كبس
للتفاعل الغازي الباعث ($2NCl_3 \rightarrow N_2 + 3Cl_2$)
هل لدرجة الحرارة تأثير على تلقائية او عدم تلقائية التفاعل. ؟

$\Delta H = -$ باعث
$\Delta S = +$ لان عدد جزيئات النواتج اكثر من المتفاعلات (الغازية)

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$(-) \quad (+)$
$- = - \quad -$

عندما تكون اشارات ΔS و ΔH مختلفة فان ΔG تأخذ اشارتها بعد التغير ولا تأثير لتغير درجات الحرارة على التفاعل.

س ٢٨ ... ١٠٠/
علل حسب معادلة كبس ١٠٠/
على حسب معادلة كبس ١٠٠/ (بالظروف الاعتيادية ؟)
1. انصهار الجليد عملية تلقائية بالظروف الاعتيادية (٢٠١٢/٧) ؟
2. لا يتحلل الماء لعناصره الاولية بالظروف الاعتيادية (٢٠١٢/٢) ؟
3. يذوب SO_2 في الماء تلقائياً ويبعث حرارة اثناء ذوبانه

الحل
1. $\Delta G = -$ لان الانصهار تلقائي
$\Delta H = +$ لان العملية ماصة
$\Delta S = +$ لان الانصهار يزيد العشوائية

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$(+) \quad (+)$
$- = + < -$

∴ التفاعل تلقائي لان $T\Delta S$ اكبر من ΔH

2. $\Delta G = +$ لان التحلل لا يتم
$\Delta H = +$ لان التفاعل يحتاج حرارة (ماص)
$\Delta S = +$ لان التجزئة يزيد الانتروبية (العشوائية)

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$(+) \quad (+)$

$(+) = (+) > (-)$

∴ التفاعل لاتلقائي

لان ΔH اكبر من $T\Delta S$

رحلة التفوق في السادس @

٤] $\Delta G = (-)$ لان الذوبان تلقائي

$\Delta H = (-)$ لارتفاع درجة حرارة المحلول (باعث)

$\Delta S = (-)$ لان ذوبان غاز في سائل يقلل من الانتروبية

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$(-) \quad (-)$

$(-) = (-) > (+)$

∴ التفاعل تلقائي

لان ΔH اكبر من $T\Delta S$

امثلة غير محلولة ...!

م- علل حسب كبس ما يلي ..

١] لا يتم انجماد الماء تلقائياً بدرجات الحرارة الاعتيادية (٢٠٠٩/٢)

٢] تفاعل باعث وذو مستوى عالي للانتروبي ، فهل يكون تلقائي في جميع درجات الحرارة (٢٠٠٢/١)

٣] لا يحصل تفكك $CaCO_3$ الصلب للحرارة بدرجات الحرارة الاعتيادية (٢٠٠٦/١)

$CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

٤] يستخلص Si باختزال اوكسيدة حسب التفاعل .. حيث لا يتم هنا التفاعل بدرجات الحرارة الاعتيادية (٢٠٠٥/٢)

$SiO_2 + 2C \rightarrow Si + 2CO$

٥] وضح متى يكون لارتفاع درجة الحرارة تاثير على تلقائية او عدم تلقائية التفاعل (٢٠٠٨/٧)

٦] للتفاعل الغازي والغير تلقائي وبدرجات الحرارة الاعتيادية فسر حسب كبس وماذا تقترح لكي يتحول الى تلقائي ($C_2H_6 \rightarrow 2C + 3H_2$) ٢٠١٠/٢

٧] متى لا يكون لدرجة الحرارة تاثير على تلقائية او عدم تلقائية التفاعل ؟

رحلة التفوق في السادس
Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

ثانياً - تحديد الطاقة الحرة القياسية .../

عند قياس ΔH ، ΔS تحت الظروف القياسية (درجة $25^\circ C$ وضغط $1atm$) تصبح العلاقة بالشكل التالي..

$$\Delta G^\circ_r = \Delta H^\circ_r - T\Delta S^\circ_r$$

لاحظ بدقة ...
يجب ان تكون الوحدات متشابهة ..وغالباً يتم تحويل وحدة ΔS°_r من الجول الى الكيلوجول حسب المقياس ($1KJ = 1000J$)

مثال../

للتفاعل ($C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$) حيث قيم ΔH°_f هي ($-286 = H_2O_{(l)}$ ، $-394 = CO_2$ ، $-278 = C_2H_5OH$) بوحدة KJ/mol وقيم S° هي ($161 = C_2H_5OH$ ، $205 = O_2$ ، $214 = CO_2$ ، $70 = H_2O_{(l)}$) بوحدة $J/K\text{-}mol$ احسب مايلي

1 ΔH°_r ، 2 ΔS°_r ، 3 ΔG°_r بدرجة $100^\circ C$ -

الحل/

1
$$\Delta H^\circ_r = \sum n\Delta H^\circ_f(P) - \sum n\Delta H^\circ_f(R)$$
$$= (2(-394) + 3(-286)) - (-278 + 3\times 0)$$
$$= -1369\ KJ/mol$$

2
$$\Delta S^\circ_r = \sum nS^\circ(P) - \sum nS^\circ(R)$$
$$= (2\times 214 + 3\times 70) - (161 + 3\times 205)$$
$$= -139\ J/K\text{-}mol$$

3
$$T = t + 273 = 100 + 273 = 373K$$
$$-139\ \frac{J}{K\text{-}mol} \times \frac{1KJ}{1000J} = 0.139\ KJ/K\text{-}mol$$

$$\Delta G^\circ_r = \Delta H^\circ_r - T\Delta S^\circ_r$$
$$= -1369 - (373 \times -0.139)$$
$$= -1325\ KJ/mol$$

$\because$ ΔG قيمة سالبة
$\therefore$ التفاعل تلقائي

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ١٢
س .../
احسب ΔG_r° للتفاعل وفي الظروف القياسية علماً ان ΔH_r° للتفاعل هي $-3536\ kJ/mol$ وقيمة ΔS_r° هي $374\ J/K.mol$ وحسب المعادلة

$$C_5H_{12(l)} + 8O_{2(g)} \rightarrow 5CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$$

الحل

$$T = 25 + 273 = 298\ K$$

$$374\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = 0.374\ kJ/K.mol$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$= -3536 - (298 \times 0.374)$$

$$= -3647.45\ kJ/mol$$

س ١٤
س .../
للتفاعل ($HCOOH \rightarrow CO + H_2O$) حيث $\Delta H_r^\circ = 16\ kJ/mol$ وقيمة $\Delta S_r^\circ = 234\ J/K.mol$ احسب ΔG_r° في الظروف القياسية وهل التفاعل تلقائي او لا ؟.

الحل

$$234\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = 0.234\ kJ/K.mol$$

$$T = 25 + 273 = 298\ K$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$$

$$= 16 - (298 \times 0.234) = -53.732\ \frac{kJ}{mol}$$

∴ التفاعل تلقائي لان ΔG سالبة.

امثلة غير محلولة.../

[1] مثال../
اثبت ان الانتروبي تزداد للتحول التالي ($H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$) علماً ان انتروبي سائل الماء $70\ J/K.mol$ وقيمة ΔS_r° هي $119\ J/K.mol$ ؟.

[2] مثال../ ٢٠٠١ د١ /
احسب ΔG لتفاعل تسخين حجر الكلس في $100°C$ علماً ان $\Delta H = 178\ kJ/mol$ و $\Delta S = 160\ J/K.mol$ وهل لتغير درجة الحرارة تاثير على تلقائية التفاعل

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

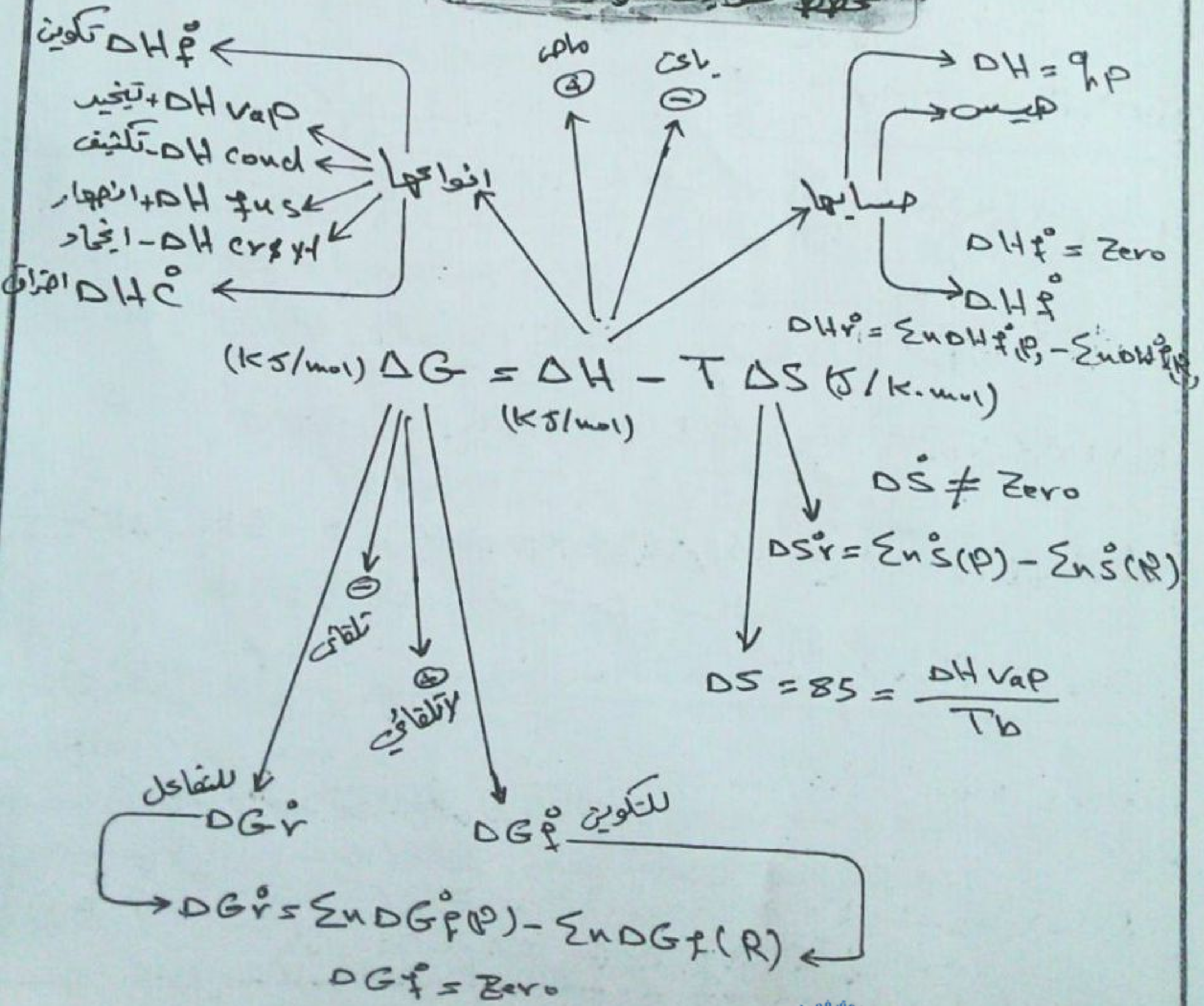
مثال ٢٠٠٠/١ — احسب ΔS° للتفاعل الغازي وبدرجة $25^\circ C$ علماً ان ΔH_f° لبخار الماء هو $-242\ kJ/mol$ و ΔG_f° لبخار الماء هي $-229\ kJ/mol$ وحسب التفاعل

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

مثال ٢٠٠٤/٢ — احسب حرارة تفكك غاز كلوريد الهيدروجين في $25^\circ C$ علماً ان ΔG_f° الى $HCl = -95.3\ kJ/mol$ و $\Delta S^\circ = 10\ J/K\cdot mol$ وحسب التفاعل.

$$1/2H_2 + 1/2Cl_2 \longrightarrow HCl$$

مخطط لقوانين الثرموداينمك



Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

حساب انتروبي التغيرات الفيزيائية ...../

عند درجة الانصهار والغليان يحدث توازن بين ضغط بخار المادة بحالتها الصلبة او السائلة والضغط الجوي ، فتصبح عندها قيمة ΔG مساوية للصفر

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$0 = \Delta H_{tr} - T_{tr}\Delta S_{tr}$$
$$\therefore \Delta S_{tr} = \frac{\Delta H_{tr}}{T_{tr}}$$

رحلة التفوق في السادس @

tr = انتقال حالة المادة وتشمل الانصهار والتبخير والتسامي فقط

1. للتسامي ⇒ $\Delta S_{tr} = \frac{\Delta H_{tr}}{T_{tr}}$
2. للانصهار ⇒ $\Delta S_{fus} = \frac{\Delta H_{fus}}{T_m}$
3. للتبخير ⇒ $\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$

T_m = درجة الانصهار (K)
T_b = درجة الغليان (K)

درجة حرارة الانصهار T_m ../ هي الدرجة الحرارية التي تتحول فيها المادة من الحالة الصلبة الى السائلة

درجة حرارة الغليان T_b ../ هي الدرجة الحرارية التي تتحول فيها المادة من الحالة السائلة الى الغازية .

الانصهار ..../ عملية تتحول فيها المادة من الحالة الصلبة الى السائلة عند درجة حرارة الانصهار .

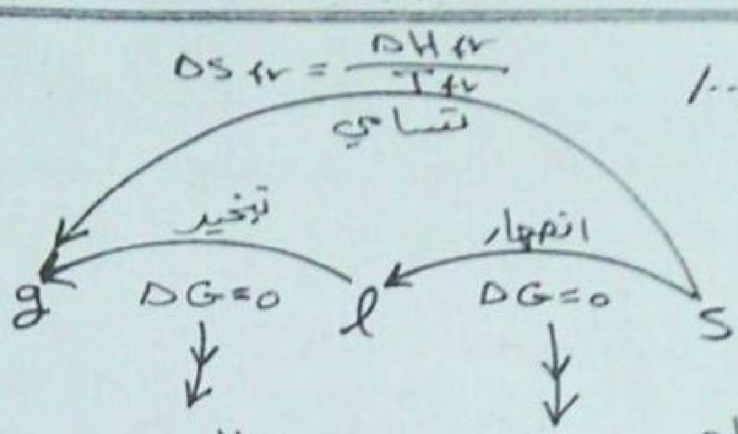
التبخير ..../ عملية تتحول فيها المادة من الحالة السائلة الى الغازية عند درجة حرارة الغليان .

علاقة تروتن ../ وجد تروتن ان قيمة ΔS_{vap} لاغلب السوائل تساوي $85\ J/K\text{-}mol$ لتصبح العلاقة بالشكل التالي ../

$$\Delta S_{vap} = 85\ J/K\text{-}mol = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

@A_M_Z_F

* لاحظ بدقة المخطط ../



$$85\ \frac{J}{K.mol} = \Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} \qquad \Delta S_{fus} = \frac{\Delta H_{fus}}{T_m}$$

علل ../ تكون ΔG = صفر عندما يكون النظام بحالة استقرار وتوازن ؟.

ج ../ لان المجموعة التي بحالة توازن ، يكون ميلها للتغير في اتجاه معين مساوياً لميلها للتغير بالاتجاه المعاكس .

علل ../ ان قيمة (ΔS_{vap}) لاغلب السوائل تساوي $85\ J/K.mol$ ؟.

ج ../ لان السوائل عند تحولها من الحالة السائلة الى الغازية تكون متشابهة من حيث تشتت الجزيئات وابتعادها عن بعضها عشوائياً .

مثال ../ احسب انثالبي التبخير للهكسان بوحدة (KJ/mol) علماً ان درجة غليانه هي $69^\circ C$ ؟.

الحل

$$T = t + 273 = 69 + 273 = 342\ K$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$$\Delta H_{vap} = 85 \times 342 = 29070\ J/mol$$

$$29070\ J/mol \times \frac{1\ KJ}{1000\ J} = 29\ KJ/mol$$

لاحظ بدقة .. تستخدم علاقة تروتن لحساب انثالبي التبخير بدلالة درجة الغليان

س ١٥/.. احسب التغير في الانتروبي للتحول $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$ علماً ان ΔH_{vap} هي $44\ KJ/mol$ عند درجة غليان الماء ($100^\circ C$) ؟.

$$T = 100 + 273 = 373\ K$$

$$44\ KJ/mol \times \frac{1000\ J}{1\ KJ} = 44000\ J/mol$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} = \frac{44000}{373} = 117.96\ J/K.mol$$

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

س ٤٦ ..

جد الدرجة الحرارية التي ستصبح عندها التفاعلات التالية تلقائية علماً ان قيم ΔH و ΔS لها مايلي ..

1 التفاعل A ⟸ ($\Delta H = -126$ kJ/mol) ($\Delta S = -48$ J/K.mol)

2 التفاعل B ⟸ ($\Delta H = 12$ kJ/mol) ($\Delta S = 105$ J/K.mol)

الحل

1 $-48 \frac{J}{K.mol} \times \frac{1\,kJ}{1000\,J} = -0.048\ kJ/K.mol$

$$\Delta S_{fr} = \frac{\Delta H_{fr}}{T_{fr}} \Rightarrow T_{fr} = \frac{-126}{-0.048} = 2625\ K$$

2 $105\ J/K.mol \times \frac{1\,kJ}{1000\,J} = 0.105\ kJ/K.mol$

$$\Delta S_{fr} = \frac{\Delta H_{fr}}{T_{fr}} \Rightarrow T_{fr} = \frac{12}{0.105} = 114.2\ K$$

> ΔG لاحظ بدقة ..
> تكون ΔG = صفر في 1 عند انتقال التفاعل من تلقائي الى لاتلقائي او بالعكس
> 2 عند درجتي الانصهار والتبخير للمواد

س ٤٧ ..

من قيم ΔH و ΔS تنبأ بأي التفاعلين التاليين سيكون تلقائي عند 25°C وضغط 1atm

1 التفاعل A ⟸ ($\Delta H = 11$ kJ/mol) ($\Delta S = 30$ J/K.mol)

2 التفاعل B ⟸ ($\Delta H = 2$ kJ/mol) ($\Delta S = 113$ J/K.mol)

واذا لم يكن كل من التفاعلين تلقائي في 25°C و 1 atm فاي درجة يكونان تلقائي ؟ الحل

1 $30\ J/K.mol \times \frac{1\,kJ}{1000\,J} = 0.03\ kJ/mol$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 11 - (25+273\ \ 0.03) = +2.06\ \frac{kJ}{mol}$$

∴ التفاعل غير تلقائي

$$T_{fr} = \frac{\Delta H_{fr}}{\Delta S_{fr}} = \frac{11}{0.03} = 366.7\ K$$

∴ التفاعل يصبح تلقائي عند التسخين لدرجة اكثر من (366.7K) ، ويمكن حساب درجة الحرارة بالمقياس السيليزي

$$T = t + 273 \Rightarrow t = 366.7 - 273 = 93.7°C$$

@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

ج

$113\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = 0.113\ kJ/K.mol$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$= 2 - (25 + 273 \times 0.113) = -31\ kJ/mol$

∴ التفاعل تلقائي

امثلة محلولة وغير محلولة .../

1 للتحول التالي $(CH_3OH)_g \rightleftharpoons (CH_3OH)_l$ احسب ΔH_f° لسائل الكحول المثيلي علماً ان ΔH_f° لبخار الكحول $-201\ kJ/mol$ ودرجة غليانه هي $63\ ^\circ C$.

الحل

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$\Delta H_{vap} = 85 \times (63 + 273) = 28560\ J/mol$

$28560\ J/mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = 28.56\ kJ/mol$

$\Delta H_r^\circ = \sum n \Delta H_f(P) - \sum n \Delta H_f(R)$

$28.56 = -201 - \Delta H_f (CH_3OH)_l$

$\Delta H_f (CH_3OH)_l = -201 - 28.56 = -229.56\ kJ/mol$

2 مثال ...ـه /

اذا علمت ان ΔH لانصهار الجليد هي $6\ kJ/mol$ فان ΔS° لانصهاره هي ؟

$$\Delta S_{fus} = \frac{\Delta H_{fus}}{T_m} = \frac{6}{0+273} = 0.021\ kJ/K.mol$$

> لاحظ بدقة .../
> درجة انصهار الجليد = $(0\ ^\circ C)$ وغليان الماء $(100\ ^\circ C)$

3 مثال /.

اذا علمت ان حرارة تبخير الامونيا $23.3\ kJ/mol$ وانتروبي التبخير $97.2\ \frac{J}{K.mol}$

احسب درجة غليان الامونيا ؟ .

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

AL AZ AL

الكيمياء

للصف السادس العلمي

الفصل الثاني
الاتزان الكيميائي

رحلة التفوق في السادس @

اعداد

خالد عبد الحسن الانباري

07803465920

ثانوية المتميزين في الكاظمية / طالب السهيل

اقتنِ النسخة الاصلية والمنقحة فقط من

مكتبة الازل للطباعة والاستنساخ

الكاظمية . ساحة الزهراء . داخل مجمع الزهراء

07818041197 / 07818041196

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

تفاعلات انعكاسية وغير انعكاسية
الاتزان كيميائي ، قانون فعل الكتلة
حاصل التفاعل ، قاعدة لوشاتليه
التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة

الفصل الثاني ...

الاتزان الكيميائي

التفاعل الكيميائي ...

عملية تتحول فيها مادة واحدة او اكثر الى مواد جديدة تختلف في صفاتها عن المادة او المواد التي تفاعلت في البداية ، ويعبر عنها بالمعادلة الكيميائية .

المعادلة الكيميائية ...

اختصار علمي ، بالرموز والصيغ ، يمثل التحول الحاصل في المواد المتفاعلة للحصول على المواد الناتجة .

* تقسم التفاعلات حسب اتجاه سير التفاعل الى ...

1 التفاعلات غير الانعكاسية (التامة) ... وزاري

تفاعلات كيميائية التي تتم عند ظروف معينة استهلاك تام لاحد او جميع المواد المتفاعلة ، ولا يكون للمواد الناتجة تحت نفس الظروف القدرة على التفاعل وتكوين المواد التي تكونت منها

$$H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O$$

2 التفاعلات الانعكاسية (غير التامة) ... وزاري

تفاعلات كيميائية يتم فيها تحول المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل ، ويكون للمواد الناتجة المقدرة على التفاعل مع بعضها لتكوين المواد التي تكونت منها مرة اخرى

$$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

حالة الاتزان الكيميائي ...

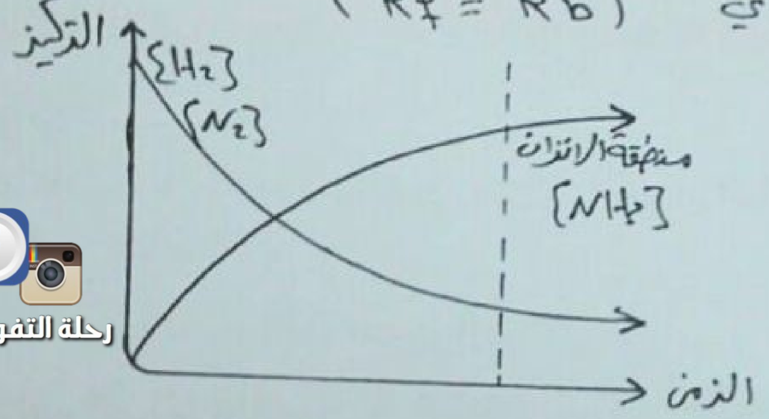
وهي حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليس استاتيكي (ساكن) تصل اليها اغلب التفاعلات الانعكاسية ، عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية فتصبح تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة ثابتة ، ما لم يحدث تغير في الظروف التي يتم عندها التفاعل ، فيبدو التفاعل قد توقف .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال للتفاعل الغازي ...

$$N_2 + 3H_2 \underset{Rb}{\overset{Rf}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$$

* سرعة تفاعل N_2 و H_2 (المتفاعلات) هي سرعة التفاعل الامامي ويرمز له (Rf)، ويرمز لثابت سرعتها (Kf).
* سرعة تفكك NH_3 (النواتج) هي سرعة التفاعل الخلفي، ويرمز له (Rb) ويرمز لثابت سرعتها (Kb).
* في التفاعل الانعكاسي، يستمر التفاعلين وبالاتجاهين المتعاكسين حتى تصبح السرعتين متساوية اي (Rf = Rb)



يصل التفاعل لحالة الاتزان بعد مرور فترة زمنية معينة

رحلة التفوق في السادس @

س٢.. علل / ٢/١٩٨
تتوقف بعض التفاعلات تماماً، بينما تظهر تفاعلات اخرى كأنها متوقفة ؟

ج.. / التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات تامة (غير انعكاسية)، وذلك لاستهلاك تام لاحد او جميع المواد المتفاعلة، اما التفاعلات التي تظهر وكأنها متوقفة فهي مستمرة باتجاهين (انعكاسية) حيث تصل لحالة الاتزان وتصبح جميع التراكيز ثابتة.

التفاعلات الانعكاسية المتجانسة .../ وزاري
وهي التفاعلات التي تكون جميع المواد المتفاعلة والناتجة من طور واحد

$$Zn_{(s)} + S_{(s)} \rightleftharpoons ZnS_{(s)}$$

التفاعلات الانعكاسية الغير متجانسة .../ وزاري
وهي التفاعلات التي تكون فيها جميع المواد المتفاعلة والناتجة في اكثر من طور واحد. حيث تجري جميع هذه التفاعلات في نظام مغلق

$$Hg_{(l)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons HgO_{(s)}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

وزاري

قانون فعل الكتلة ...؟

عند ثبوت درجة الحرارة ، فان سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة مرفوعاً كلاً منها الى اس يمثل عدد مولات المواد بالمعادلة الكيميائية الموزونة .

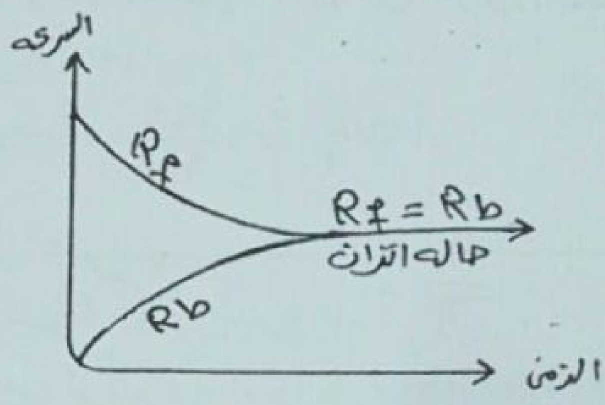
* يمثل علاقة تربط سرعة التفاعل بالتراكيز .

$$H_2 + I_2 \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} 2HI$$

فيكون سرعة التفاعل بالاتجاهين كمايلي

$$R_f = K_f [H_2][I_2]$$

$$R_b = K_b [HI]^2$$



ثابت الاتزان الكيميائي Keq ...؟

وهو النسبة بين ثابت تناسب سرعة التفاعل الامامي Kf وثابت تناسب سرعة التفاعل الخلفي Kb .

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b}$$

رحلة التفوق في السادس @

الاشتقاق

$$aA + bB \rightleftharpoons gG + hH$$

سرعة التفاعل الامامي $R_f = K_f [A]^a [B]^b$

سرعة التفاعل الخلفي $R_b = K_b [G]^g [H]^h$

عند الاتزان $R_f = R_b$

$$\therefore K_f [A]^a [B]^b = K_b [G]^g [H]^h$$

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} = \frac{[G]^g [H]^h}{[A]^a [B]^b}$$ متفاعل / نواتج

لاحظ بدقة علل.. لا توجد وحدة ثابتة لقيمة Keq

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال../ للتفاعل الغازي $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ علماً ان $K_f = 0.11$
وقيمة $K_b = 0.05$ .. احسب K_{eq} ؟

الحل

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.11}{0.05} = 2.2$$

ت ١.. تفاعل متزن فيه قيمة $K_{eq} = 4.24$ وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b
يساوي 0.02 احسب قيمة K_f ؟

الحل

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} \Rightarrow K_f = 2.24 \times 0.02 = 0.0848$$

س ٢.. / علل../
قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات الغير انعكاسية تكون كبيرة جداً ؟
ج ../ لان ثابت الاتزان يمثل النسبة بين تركيزي النواتج والمتفاعلات عند الاتزان مرفوعاً للاس الذي يمثل عدد مولاتها بالمعادلة ، حيث في التفاعلات غير الانعكاسية يكون احد او جميع تراكيز المتفاعلات مساوياً للصفر لانها تستهلك تماماً ، فتكون الكمية الناتجة كبيرة اي قيمة ثابت الاتزان كبيرة جداً

انواع ثابت الاتزان ../

١ ثابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية K_c ../

وهو حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة بحالة الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة ، مرفوعاً كلاً منها لاس يمثل عدد مولاتها في معادلة التفاعل الموزونة -

$$K_c = \frac{[G]^g [H]^h}{[A]^a [B]^b} \quad \begin{matrix} \text{نواتج} \\ \text{متفاعل} \end{matrix}$$

لاحظ بدقة..
تستخدم هذه العلاقة للمواد بحالتها الغازية (g) وللمواد ضمن محلولها المائي (aq) فقط

علل ../ يحذف تراكيز المواد السائلة والصلبة من علاقة (K_c) للتفاعلات غير المتجانسة.
ج ../ لان تركيزها يبقى ثابتاً مهما تغيرت كمياتها ، حتى وان تغير الحجم فان النسبة بين كمية هذه المواد الى الحجم تبقى ثابتة

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال -١

اكتب ثوابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية للتفاعلات التالية ..؟

[1] $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \Rightarrow Kc = [CO_2]$

[2] $2NaHCO_{3(s)} \overset{\Delta}{\rightleftharpoons} Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(g)} + CO_{2(g)}$

$Kc = [CO_2][H_2O]$

[3] $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

$Kc = [CO_2]$

رحلة التفوق في السادس @

[4] $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$

$$Kc = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2}$$

[5] $NO_{2(aq)}^{-1} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HNO_{2(aq)} + OH^-_{(aq)}$

$$Kc = \frac{[HNO_2][OH^-]}{[NO_2^{-1}]}$$

[6] $CaCO_{3(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightleftharpoons CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

$$Kc = \frac{[CO_2][CaCl_2]}{[HCl]^2}$$

[ع] ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية Kp ---/

وهي حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد الناتجة بحالة الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد المتفاعلة، كلاً منها مرفوعاً لأس عدد مولاتها في معادلة التفاعل المتوازنة.

$$Kp = \frac{(P_G)^g (P_H)^h}{(P_A)^a (P_B)^b}$$

لاحظ بدقة ..
تستخدم هذه العلاقة للمواد بحالتها الغازية (g) فقط

* في التفاعلات غير المتجانسة فان المواد الصلبة والسائلة لا تظهر في قيم Kc ولا Kp ولا حاصل التفاعل Q ولا قيمة Δn .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال :..

اكتب ثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية للتفاعلات التالية :..

1. $2NaHCO_{3(s)} \rightleftharpoons Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(g)} + CO_{2(g)}$

$$K_P = (P_{H_2O})(P_{CO_2})$$

2. $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \Rightarrow K_P = P_{CO_2}$

3. $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \Rightarrow K_P = \frac{P^2_{NH_3}}{(P^3_{H_2})(P_{N_2})}$

4. $2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(s)} \Rightarrow K_P = \frac{1}{P_{O_2}}$

مثال :..

وضح مايلي .. للتفاعل التالي $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

فان ضغط غاز CO_2 عند الاتزان يبقى ثابتاً عند درجة الحرارة نفسها ولايتأثر باختلاف كميات $CaCO_3$ و CaO ؟

الحل لان كل من $CaCO_3$ و CaO مواد صلبة حيث يبقى تركيزها ثابت مهما تغيرت كمياتها .. لذا لايتأثر ضغط CO_2 عند الاتزان .

س :..

اكتب ثوابت الاتزان بدلالة K_c و K_p للتفاعلات التالية

1. $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$

$$K_c = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2} \qquad K_p = \frac{P^2_{CO} \cdot P_{O_2}}{P^2_{CO_2}}$$

2. $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$

$$K_c = \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3} \qquad K_p = \frac{P^2_{O_3}}{P^3_{O_2}}$$

3. $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons COCl_{2(g)}$

$$K_c = \frac{[COCl_2]}{[CO][Cl_2]} \qquad K_p = \frac{P_{COCl_2}}{P_{CO} \cdot P_{Cl_2}}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

4 $H_2O_{(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_{2(g)}$

$$K_c = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]} \qquad K_p = \frac{P_{CO} \cdot P_{H_2}}{P_{H_2O}}$$

5 $2ZnS_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2ZnO_{(s)} + 2SO_{2(g)}$

$$K_c = \frac{[SO_2]^2}{[O_2]^3} \qquad K_p = \frac{P^2_{SO_2}}{P^3_{O_2}}$$

6 $C_6H_5COOH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

$$K_c = \frac{[H^+][C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]}$$

لاتوجد قيمة Kp لان المواد ضمن محلولها المائي (ليست غازية)

7 $2NO_{2(g)} + 7H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 4H_2O_{(g)}$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[NO_2]^2[H_2]^7} \qquad K_p = \frac{P^2_{NH_3}}{P^2_{NO_2} \cdot (P_{H_2})^7}$$

حساب ثابت الاتزان Keq ...!

ان قيمة ثابت الاتزان ثابتة بثبوت درجة الحراره مهما تغيرت تراكيز المواد المتفاعله او الناتجة الابتدائية .

توجد عده حالات لحساب Keq وكما يلي :-

1 الحاله الاولى

> اذا كانت التراكيز او الضغوط معلومه ، و Keq مجهوله عندها نطبق القانون مباشره عند حاله الاتزان

مثال :-

جد قيمة Keq للتفاعل الغازي ($2CH_4 \rightleftharpoons C_2H_2 + 3H_2$) علما ان التراكيز للمواد بحاله الاتزان وعند درجة معينة هي $[CH_4] = 0.02M$ ، $[C_2H_2] = 0.05M$ ، $[H_2] = 0.143M$ .S

الحل

$$K_c = \frac{[C_2H_2][H_2]^3}{[CH_4]^2} = \frac{0.05 \times (0.143)^3}{(0.02)^2} = 0.37$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

٤ الحالة الثانية

> اذا كانت Keq معلومة ، واحد مواد المعادلة مجهولة عندها نعمل ثلاث مراحل (طريقة X) وكما يلي..

أ - قبل التفاعل .. حيث يكتب تحت كل مادة بالمعادلة كميتها اما بالمولارية او بالضغوط . ويكون تركيز النواتج مساوياً للصفر.

ب - التغيرات .. وهي كتابة (X) يقدر عدد مولات كل مادة بالمعادلة ، وتكون اشارتها سالبة للمتفاعلات وموجبة للنواتج وتشمل المتغيرات (المتفكك ، المستهلك ، المتأين ، المتحلل ...)

ج - حالة الاتزان .. وهي جمع الكميات (أ + ب) وتشمل (المتبقي ، المتكون ، خليط الاتزان ... الخ)

مثال ١/ لا يمكن ان تكون قيمة X سالبة

للتفاعل الغازي ($H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$) خلط 0.5 mol من كل من H_2 و I_2 بوعاء حجمه (1L) وبدرجة 430°C وعند الوصول لحالة الاتزان وجد ان Kc = 5.29 احسب تراكيز مزيج الاتزان ؟

الحل

	H_2	+ I_2	$\rightleftharpoons 2HI$
قبل التفاعل	0.5	0.5	0
المتغيرات	−X	−X	+2X
عند الاتزان	0.5−X	0.5−X	2X

> لاحظ ايدوقة عندما يكون الحجم 1L فان M = n

$$Kc = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \Rightarrow 5.29 = \frac{(2X)^2}{(0.5-X)^2}$$

بجذر الطرفين

$$2.3 = \frac{2X}{0.5-X} \Rightarrow X = \frac{1.15}{4.3} = 0.267 \ mol/L$$

$$\therefore [H_2] = [I_2] = 0.5 - X = 0.5 - 0.267 = 0.233 \ mol/L$$

$$[HI] = 2X = 2 \times 0.267 = 0.534 \ mol/L$$

٥ الحالة الثالثة

> اذا كان تركيز او ضغط احد مواد المعادلة بحالة الاتزان معلوم ، وقيمة Keq مجهولة نعمل بطريقة (X) .

* يتم استخدام القيمة المعلومة لحساب قيمة (X) عند حالة الاتزان ثم نستخرج قيمة Keq المطلوبة

* اذا كانت الكميات بالمولات والحجم لا يساوي (1L) فيجب تقسيم المولات على الحجم قبل ال...

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال ..

في احد التجارب ، ادخل 0.625 mol من غاز N_2O_4 في وعاء سعته (5L) فتفكك الغاز حسب التفاعل وعند درجة حرارة معينة ، وعند الوصول لحالة الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي يساوي 0.025 mol/L احسب Kc وحسب التفاعل التالي $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$.

الحل

$\because V \neq 1L$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.625}{5} = 0.125\ mol/L$$

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$

N_2O_4	$2NO_2$	
0.125	0	التراكيز الابتدائية
−X	+2X	التغير بالتراكيز
0.125 − X	2X	التراكيز عند الاتزان

$\because [N_2O_4] = 0.025\ mol/L$ عند الاتزان

$\therefore 0.125 - X = 0.025 \Rightarrow X = 0.1\ mol/L$

$\therefore [NO_2] = 2X = 2 \times 0.1 = 0.2\ mol/L$

$$\therefore Kc = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.2)^2}{0.025} = 1.6$$

ملاحظة.. يجب التعويض بالفرضية بدلالة التراكيز ، فاذا كان بالمول نقسم على الحجم واذا كان الحجم (1L) فان M = n

مثال ..

للتفاعل الغازي ($2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$) داخل وعاء حجمه لتر واحد ، وجد ان ضغط SO_3 قبل التفكك يساوي (3 atm) عند درجة حرارة معينة ، وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي (4 atm) احسب KP للتفاعل ؟

الحل

$$2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$$

$2SO_3$	$2SO_2$	O_2	
3	0	0	الضغوط الابتدائية
−2X	+2X	+X	التغير بالضغوط
3 − 2X	2X	X	الضغوط عند الاتزان

حسب قانون دالتون (الضغط الكلي لخليط غازي يساوي مجموع الضغوط الجزئية للخليط) حيث يرمز للضغط الكلي (P_T)

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

قانون دالتون

تحسب قيمة x من ارقام حالة الاتزان فقط

$$P_T = P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2}$$

$$4 = 3 - 2x + 2x + x \Rightarrow x = 1\ atm$$

$$P_{SO_3} = 3 - 2x = 3 - 2 \times 1 = 1\ atm$$

$$P_{SO_2} = 2x = 2 \times 1 = 2\ atm$$

$$P_{O_2} = x = 1\ atm$$

⇐ عند الاتزان

لا تأثير لحجم حالة المواد بدلالة الضغط

$$K_P = \frac{P^2_{SO_2} \cdot P_{O_2}}{P^2_{SO_3}} = \frac{(2)^2 \times 1}{(1)^2} = 4$$

س٤ ..

للتفاعل الغازي $(H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr)$ وضع داخل اناء حجمه (1L) (0.4 mol) من كل من H_2 و Br_2 وبدرجة (425°C) احسب تراكيز خليط الاتزان علماً ان ($K_c = 0.25$) ؟.

الحل

	H_2	+ Br_2	$\rightleftharpoons 2HBr$		
التراكيز الابتدائية	0.4	0.4	0		
التغير بالتراكيز	$-x$	$-x$	$+2x$		$V = 1L$
التراكيز عند الاتزان	$0.4 - x$	$0.4 - x$	$2x$		$n = M$

$$K_c = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]}$$

$$0.25 = \frac{(2x)^2}{(0.4 - x)(0.4 - x)}$$ بجذر الطرفين.

$$0.5 = \frac{2x}{0.4 - x} \Rightarrow x = \frac{0.2}{2.5} = 0.08\ mol/L$$

$$\therefore [H_2] = [Br_2] = 0.4 - 0.08 = 0.32\ mol/L$$

$$\therefore [HBr] = 2x = 2 \times 0.08 = 0.16\ mol/L$$

س٥ ..

للتفاعل الغازي $(2CO_2 \rightleftharpoons 2CO + O_2)$ وضع داخل اناء حجمه (1L) 0.8 mol من CO_2 وبدرجة حرارة معينة ، وعند الوصول لحالة الاتزان وجد ان نصف كمية الغاز قد تفككت احسب (Kc) ؟.

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الحل

$$2CO_2 \rightleftharpoons 2CO + O_2$$

	$2CO_2$	$2CO$	O_2
التراكيز الابتدائية	0.8	0	0
التغير بالتراكيز	$-2X$	$+2X$	X
التراكيز عند الاتزان	$0.8-2X$	$2X$	X

$$\therefore 2X = \frac{0.8}{2}$$

$$2X = 0.4$$

$$X = \frac{0.4}{2} = 0.2\ mol/L$$

$$\therefore [CO] = 2X = 2 \times 0.2 = 0.4\ mol/L$$

$$[O_2] = X = 0.2\ mol/L$$

$$K_C = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2} = \frac{(0.4)^2 \times (0.2)}{(0.4)^2} = 0.2$$

لاحظ بدقة..!
ان نصف المتفكك
نحل 2X (X) وليس
حسب الفرضية

س6..!
للتفاعل الغازي ($3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$) وضعت كميات (مولات) مختلفة من H_2 و N_2 في اناء سعته لتر واحد، وعند الوصول لحالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 يساوي 0.3 mol وما تبقى من N_2 يساوي 0.2 mol، ما عدد مولات H_2 و N_2 قبل التفاعل علماً ان $K_C = 200$ ؟.

الحل

$$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

	$3H_2$	N_2	$2NH_3$
قبل التفاعل	M	y	0
متغيرات	$-3X$	$-X$	$+2X$
عند الاتزان	$M-3X$	$y-X$	$2X$

لاحظ بدقة..!
اذا كانت الكميات قبل التفاعل مجهولة، فيجب ان تفرض بحرف معين، فاذا كانت الكميات متساوية او احدهما ضعف الاخرى تفرض بنفس الحرف واذا كانتا مختلفتين فيجب ان يكون لكل واحد حرف مختلف

$$\therefore \text{المستهلك من } H_2 = 0.3\ mol$$

$$\therefore 3X = 0.3 \Rightarrow X = \frac{0.3}{3}$$

$$\therefore X = 0.1\ mol/L$$

$$\therefore [N_2] = y - X = 0.2$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$y - 0.1 = 0.2 \Rightarrow y = 0.3\ mol/L$ تركيز النتروجين

$M - 3x = M - 3(0.1) = M - 0.3$

$\therefore Kc = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$

$200 = \frac{(0.2)^2}{0.2(M-0.3)^3} \Rightarrow \frac{200}{0.2} = \frac{1}{(M-0.3)^3}$

$\therefore 1000 = \frac{1}{(M-0.3)^3}$ بالجذر التكعيبي للطرفين

$10M - 3 = 1 \Rightarrow 10M = 4 \Rightarrow M = \frac{4}{10} = 0.4\ mol/L$
تركيز الهيدروجين

س٣ / ١٠٠ جد قيمة Keq للتفاعل $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ وبدرجة $100°C$ علماً ان تركيز $N_2O_4 = 0.002M$ وتركيز $NO_2 = 0.017M$ عند الاتزان

$Kc = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{0.002}{(0.017)^2} = 6.92$

س٤ / ١٠٠ وجد انه عند وضع مول من A_2 في اناء للتفاعل الغازي المتزن ($A_2 \rightleftharpoons 2A$) يحصل التفاعل بحالة الاتزان، فوجد انه يتحلل ١٪ حجم لتر واحد في STP من A_2، ما قيمة Kc للتفاعل، ثم احسب [A] الذي يكون بحالة اتزان مع 0.01M من A_2 وعند نفس الظروف S.

الحل

1/

A_2	$\rightleftharpoons 2A$	
1	0	قبل التفاعل
$-x$	$+2x$	التغيرات
$1-x$	$2x$	عند الاتزان

$1 = \frac{x}{1} \times 100$

$x = \frac{1}{100} = 0.01\ mol/L$

$[A_2] = 1 - x = 1 - 0.01$
$= 0.99\ mol/L$

$[A] = 2x = 2 \times 0.01$
$= 0.02\ mol/L$

$Kc = \frac{[A]^2}{[A_2]} = \frac{(0.02)^2}{0.99}$
$= 4 \times 10^{-4}$

تكون قيمة Kc لنفس التفاعل هي نفسها تحت نفس الظروف

2/
$4 \times 10^{-4} = \frac{[A]^2}{0.01}$

$A = 2 \times 10^{-3}\ mol/L$

@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

س٤١ ...؟

للتفاعل الغازي ($PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$) وجدان ضغط PCl_3 الجزئي في الاناء ضعف ضغط Cl_2 .. وعند الوصول لحالة الاتزان وبدرجة معينة وجدان ضغط Cl_2 يساوي ($1\ atm$) فاذا علمت ان $K_P = \frac{1}{6}$ فما ضغط Cl_2 و PCl_3 في بداية التفاعل ..؟

الحل

$$PCl_3 + Cl_2 \rightleftharpoons PCl_5$$

نفرض ضغط $a = Cl_2$

∴ ضغط $PCl_3 = 2a$

	PCl_3	Cl_2	PCl_5
قبل التفاعل	$2a$	a	0
متغيرات	$-X$	$-X$	$+X$
عند الاتزان	$2a-X$	$a-X$	X

$$a - X = 1 \Rightarrow X = a - 1$$

$$P_{PCl_3} = 2a - X = 2a - (a-1) = a + 1$$

$$P_{PCl_5} = a - 1$$

$$K_P = \frac{P_{PCl_5}}{(P_{PCl_3})(P_{Cl_2})} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{(a-1)}{(a+1)(1)}$$

$$6a - 6 = a + 1 \Rightarrow P_{Cl_2} = a = \frac{7}{5} = 1.4\ atm$$

$$P_{PCl_3} = 2 \times 1.4 = 2.8\ atm$$

لاحظ بدقة.. نستخدم (X) لحساب قيمة (a) او أي مجهول آخر

س٤٢ ...؟

وضع مول واحد من غاز NO_2 بوعاء حجمه ($1L$) وبدرجة معينة ، فوجد ان ٪40 منه تفكك عند وصوله لحالة الاتزان .. احسب K_C للتفاعل التالي

$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$$

الحل

∴ الحجم = لتر واحد

∴ المولارية = عدد المولات

$$2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$$

	NO_2	NO	O_2
قبل التفاعل	1	0	0
التغيرات	$-2X$	$+2X$	X
حالة الاتزان	$1-2X$	$2X$	X

$$\therefore 40 = \frac{2X}{1} \times 100$$

$$\therefore X = \frac{0.4}{2} = 0.2\ \frac{mol}{L}$$

$$[NO] = 2X = 2 \times 0.2 = 0.4M$$

$$[O_2] = X = 0.2\ mol/L$$

$$K_C = \frac{[O_2][NO]^2}{[NO_2]^2}$$

$$K_C = \frac{(0.2)(0.4)^2}{(0.6)^2} = 0.088$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س٤... / للتفاعل الغازي ($CO_2 + H_2 \rightleftharpoons CO + H_2O$) في اناء حجمه (1L) تم خلط مولات متساوية من CO_2 ، H_2 وبدرجة (2000 K) ، وصل التفاعل لحالة الاتزان .. فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات تساوي (3 mol) احسب تراكيز خليط الاتزان علماً ان Kc = 4 .

الحل

$V = 1L$

$\therefore M = n$

$CO_2 + H_2 \rightleftharpoons CO + H_2O$

	CO_2	H_2	CO	H_2O
قبل التفاعل	M	M	0	0
متغيرات	-X	-X	+X	+X
عند الاتزان	M-X	M-X	X	X

$M-X + M-X + X + X = 3$

$M = \frac{3}{2} = 1.5 \ mol/L$

$Kc = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]}$

$4 = \frac{(X)(X)}{(M-X)(M-X)}$ بالجذر

$2 = \frac{X}{M-X}$

$2M - 2X = X$

$2(1.5) - 2X = X$

$X = \frac{3}{3} = 1 \ mol/L$

$[CO_2] = [H_2] = M - X$

$= 1.5 - 1 = 0.5 \ mol/L$

$[CO] = [H_2O] = X = 1 \ mol/L$

س٦... / للتحويل عدد الغرامات الى ضغوط atm او مولات امس نستخدم $PV = nRT$

وضع 4g من غاز HF في وعاء مغلق حجمه (2L) وبدرجة 27°C وترك يتفكك حتى الاتزان الكيميائي وحسب المعادلة ($2HF \rightleftharpoons H_2 + F_2$) فاذا علمت ان Kp = 1.21 .. احسب الضغط الجزئي (HF) عند الاتزان ؟ ($M = 20 \ g/mol$) .

الحل

$PV = nRT$

$P.V = \frac{m}{M} . R . T$

$P = \frac{4 \times 0.082 \times 300}{2 \times 20} = 2.46 \ atm$

$2HF \rightleftharpoons H_2 + F_2$

	$2HF$	H_2	F_2
قبل التفاعل	2.46	0	0
المتغيرات	-2X	+X	+X
حالة الاتزان	2.46-2X	X	X

$Kp = \frac{(P_{H_2})(P_{F_2})}{(P_{HF})^2}$

$1.21 = \frac{(X)(X)}{(2.46 - 2X)^2}$ بالجذر

$1.1 = \frac{X}{2.46 - 2X}$

$X = \frac{2.706}{3.2} = 0.845 \ atm$

$P_{HF} = 2.46 - 2(0.845)$

$= 0.77 \ atm$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ١../ ١٩

املأ الفراغ التالي../

للتفاعل $(2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)})$ وبدرجة معينة ، فاذا كانت $Kp=3$ والضغط الجزئي الى NO_2 يساوي 3 فان الضغط الجزئي N_2O_4 ______

الحل

$$Kp = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}} \Rightarrow 3 = \frac{(3)^2}{P_{N_2O_4}}$$

$$P_{N_2O_4} = \frac{9}{3} = 3\ atm$$

رحلة التفوق في السادس @

امثلة محلوله وغير محلوله ...../

[١] مثال../

للتفاعل الغازي $(A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB)$ وضع 0.2 mol من كل من A_2، B_2 مع كمية من AB داخل اناء حجمه (1L) وبعد الوصول لحالة الاتزان وجدنا ان عدد مولات A_2 و B_2 هي 0.3mol احسب عدد مولات AB قبل التفاعل علماً ان $Kc=4$ -S-

الحل

∵ عدد مولات A_2 ، B_2 قد زادت

∴ التفاعل خلفي

$$A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB$$

A_2	B_2	$2AB$
0.2	0.2	M
+X	+X	-2X
0.2+X	0.2+X	M-2X

$0.2 + X = 0.3 \Rightarrow X = 0.1M$

$[A_2] = [B_2] = 0.2 + X$
$= 0.2 + 0.1 = 0.3M$

$[AB] = M - 2X = M - 2(0.1) = M - 0.2\ mol/L$

$$4 = \frac{(M-0.2)^2}{(0.3)^2} \Rightarrow M = 0.8\ mol/L$$

لاحظ بدقة../
يكون التفاعل امامي عند
[١] عند وضع ماده باناء التفاعل ولم نبلغ حالة الاتزان
[٢] عند انخفاض تركيز المتفاعلات او زياده تركيز النواتج
[٣] عند ذكر عباره خليط بحالة اتزان

@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

⑤ مثال :- / وزاري
للتفاعل الغازي ($H_2 + Br_2 \rightleftharpoons 2HBr$) حيث ($Kp = 4$) وعند مزج عدد متساوي من مولات كل من H_2 ، Br_2 وعدد معين من HBr ازداد عدد مولات HBr بمقدار $0.2\ mol$ ، عند الوصول لحالة الاتزان علماً ان مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة عند الاتزان هو $6.8\ mol$ احسب عدد مولات H_2 ، Br_2 ، HBr قبل التفاعل .

③ مثال :- ١ / ٢٠٠٩
وضع $4\ mol$ من SO_3 بوعاء حجمه $4L$ وبدرجة معينة وعند الوصول لحالة الاتزان وجدت الوعاء يحتوي $2.4\ mol$ من SO_2 .. احسب قيمة Kc وحسب التفاعل

$$2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$$

④ مثال :- ١ / ٢٠١٢
وضع $1.5\ mol$ من كل من A ، B داخل اناء حجمه ($1L$) وعند الوصول لحالة الاتزان وجدت الاناء يحتوي $2.4\ mol$ من المادة (C) احسب قيمة Kc وحسب التفاعل

$$A + B \rightleftharpoons 2C$$

⑤ مثال :-
وضع $30g$ من $HCHO$ داخل اناء سعته ($1L$) وسخن لدرجة $500°C$ وعند بلوغ الاتزان وجدت المتبقي من غاز $HCHO$ هو $24g$ .. احسب (K) للتفاعل (علماً $H = 1$ ، $C = 12$ ، $O = 16$)

$$HCHO \rightleftharpoons H_2 + CO_2$$

⑥ مثال :-
وضع $0.6\ mol$ من الامونيا داخل اناء سعته ($2L$) وعند الوصول لحالة الاتزان وجدت الوعاء يحتوي $0.6\ mol$ من H_2 ، احسب Kc ثم احسب عدد غرامات NH_3 ($M = 17\ g/mol$) في مزيج الاتزان

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

العلاقة بين ثابتي الاتزان K_c ، K_p ...

ترتبط K_c مع K_p للتفاعلات المتجانسة الغازية او التفاعلات الغير متجانسة التي تحتوي غاز من خلال العلاقتين وهما ...

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n_{(g)}}$$

$$K_c = K_p (RT)^{-\Delta n_{(g)}}$$

حفظ

$R = 0.082\ L.atm/mol.K$ الثابت العام للغازات

$T = t + 273$ درجة الحرارة بالكلفن

$\Delta n_g =$ الفرق بين عدد مولات المواد المتفاعله والناتجة بحالتها الغازية

$$\Delta n_g = \sum n_g(P) - \sum n_g(R)$$

* تعتمد العلاقة بين K_p ، K_c على قيمة Δn_g وكما يلي ...

حفظ

Δn_g = صفراً فان $K_c = K_p$
Δn_g قيمة موجبة فان K_p اكبر من K_c
Δn_g قيمة سالبة فان K_p اصغر من K_c

مثال/..

في تفاعل ما وجد $\Delta n_g = -1$ وقيمة $K_c = 4.1$ وبدرجة $227^\circ C$

احسب قيمة K_p لهذا التفاعل ؟

الحل .

$T = t + 273 = 227 + 273 = 500\ K$

$K_p = K_c (RT)^{\Delta n_g} = 4.1 \times (0.082 \times 500)^{-1} = \frac{4.1}{41} = 0.1$

مثال/..

افترض التفاعل $NH_4HS_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$ عند درجة 300K ، ووجد ان الضغوط الجزئية لغازي النواتج عند الاتزان تساوي 0.3 atm احسب K_p ، K_c للتفاعل ؟

الحل

$K_p = (P_{NH_3})(P_{H_2S}) = 0.3 \times 0.3 = 0.09$

$\Delta n_g = \sum n_g(\text{Products}) - \sum n_g(\text{Reactants})$

$= 2 - 0 = 2$

$K_c = K_p (RT)^{-\Delta n_g} = 0.09 (0.082 \times 300)^{-2} = 1.5 \times 10^{-4}$

@A_M_Z_F

Generated by CamScanner from intsig.com

ط الالانباري

س٧ ..

للتفاعل الغازي ($3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$) احسب ($K_c$) علماً ان قيمة $K_p = 1.5\times10^{-5}$ عند درجة $500°c$ ؟.

الحل

$T = 500 + 273 = 773\ K$

$\Delta n_g = \Sigma n_g(P) - \Sigma n_g(R)$

$= 2-(1+3) = 2-4 = -2$

$K_c = K_p(RT)^{-\Delta n_g}$

$K_c = 1.5\times10^{-5}(0.082\times773)^{-(-2)}$

$K_c = 6026.67\times10^{-5} = 0.06$

لاحظ بدقة ..
نفكر بالعلاقتين بين K_c و K_p في ما يلي ..
[١] يكون المطلوب K_c والمعلوم K_p او السؤال بدلالة الضغوط
[٢] المطلوب K_p والمعلوم K_c او السؤال بدلالة التراكيز
[٣] المطلوب K_c و K_p معاً

س٨ ..

للتفاعل المتزن ($C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$) وجد ان K_c له تساوي (1.6) بدرجة ($1000°c$) احسب ضغط CO الجزئي عند الاتزان عندما يكون الضغط الجزئي الى CO_2 يساوي $0.6\,atm$ بنفس الحالة ؟.

الحل

$T = 1000 + 273 = 1273\ K$

$\Delta n_g = \Sigma n_g(\text{Products}) - \Sigma n_g(\text{Reactants})$

$= 2-1 = 1$

$K_p = K_c(RT)^{\Delta n_g}$

$= 1.6(0.082\times1273)^1 = 167$

$K_p = \frac{(P_{CO})^2}{(P_{CO_2})} \Rightarrow 167 = \frac{(P_{CO})^2}{0.6}$

$(P_{CO})^2 = 100.2$ بالجذر $\Rightarrow P_{CO} = 10\,atm$

س٩ ...

عند تسخين غاز $NOCl$ النقي لدرجة $240°c$ داخل اناء مغلق حجمه لتر واحد فانه يتحلل حسب المعادلة ($2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$) وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي $1\,atm$ والضغط الجزئي لغاز $NOCl$ يساوي $0.64\,atm$ احسب [١] الضغط الجزئي الى Cl_2 ، NO عند الاتزان [٢] ثابت الاتزان K_c بنفس الدرجة ؟.

@A_M_Z_F

1/ $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ الحل .

$-2X$	$+2X$	X	التغيرات
0.64	$2X$	X	عند الاتزان

$$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2}$$

$$1 = 0.64 + 2X + X \Longrightarrow X = \frac{0.36}{3} = 0.12\ atm$$ ويمثل ضغط Cl_2

$$P_{NO} = 2X = 2 \times 0.12 = 0.24\ atm$$

$$K_p = \frac{(P_{NO})^2 (P_{Cl_2})}{(P_{NOCl})^2} = \frac{(0.24)^2 (0.12)}{(0.64)^2} = 0.017$$

2/

$$T = 240 + 273 = 513\ K$$

$$\Delta n_g = \Sigma n_g(\text{Producted}) - \Sigma n_g(\text{Reactants})$$
$$= 3 - 2 = 1$$

$$K_c = K_p (RT)^{-\Delta n_g}$$
$$= 0.017 (0.082 \times 513)^{-1} = \frac{0.017}{42.066} = 4 \times 10^{-4}$$

س/... التفاعل الاتي يجري بدون عامل مساعد $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ وعند الوصول لحالة الاتزان وجد ان الضغوط الجزئية هي ($P_{NO_2} = 1.56\ atm$ ، $P_{N_2O_4} = 0.377\ atm$) عند درجة $100°c$ احسب ما يلي

1 قيمة K_p ، K_c للتفاعل

2 ماذا يحدث للضغوط الجزئية لغازات الخليط بعد اضافة العامل المساعد .

الحل

1/

$$K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{(P_{N_2O_4})} = \frac{(1.56)^2}{0.377} = 6.455$$

$$T = 100 + 273 = 373\ K$$

$$\Delta n_g = \Sigma n_g(\text{Producted}) - \Sigma n_g(\text{Reactants})$$
$$= 2 - 1 = 1$$

$$K_c = K_p (RT)^{-\Delta n_g}$$
$$= 6.455 (0.082 \times 373)^{-1} = \frac{6.455}{30.586} = 0.21$$

2/ لايوجد تاثير على الضغوط الجزئية لخليط غازي بعد اضافة عامل مساعد

[illegible] التفاعل للوصول لحالة الاتزان .

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

س ١٩ / ٢٠٠٠
للتفاعل المتزن ($3A_{(g)} \rightleftharpoons aB_{(g)}$) وجدان $K_c = 147.6$ وبدلالة $K_p = 6$ وبدرجة $27^\circ C$ ، جد قيمة a في المعادلة ؟

الحل.

$T = 27 + 273 = 300\,K$

$\Delta n = \sum n_g(\text{Producted}) - \sum n_g(\text{Reactnats})$

$\Delta n = a - 3$

$K_c = K_p (RT)^{-\Delta n}$

$147.6 = 6(0.082 \times 300)^{-(a-3)}$

$\frac{147.6}{6} = (0.082 \times 300)^{3-a}$

$24.6 = (24.6)^{3-a}$

$1 = 3 - a \Rightarrow a = 2$

حل آخر //

$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$

$6 = 147.6(24.6)^{\Delta n}$

$\frac{6}{147.6} = (24.6)^{\Delta n}$

$(24.6)^{-1} = (24.6)^{\Delta n}$

$\Delta n = -1$

س ٢٠ / ٢٠٠٠
للتفاعل المتزن $NiO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + CO_{2(g)}$ وبدرجة $727^\circ C$ وصل التفاعل لحالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO في الفرن يساوي $304\ Torr$ والضغط الكلي يساوي ($1\ atm$) احسب K_c للتفاعل ($1\,atm = 760\,Torr$)

الحل.

يجب تحويل الضغط المستعمل في المعادلات الى atm

$\therefore 304\ Torr \times \frac{1\ atm}{760\ Torr} = \frac{304}{760} = 0.4\ atm$ ضغط CO

$NiO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + CO_{2(g)}$

عند التوازن: $CO = 0.4$ ، $CO_2 = P$

حسب قانون دالتون

$P_T = P_{CO} + P_{CO_2}$

$1 = 0.4 + P_{CO_2}$

$P_{CO_2} = 1 - 0.4 = 0.6\ atm$

$K_p = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$

$\therefore \Delta n_g = 0$

$\therefore K_p = K_c = 1.5$

رحلة التفوق في السادس @
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

س 26..

للتفاعل المتزن ($CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$) وبدرجة 800°C وجد ان ضغط CO_2 عند الاتزان تساوي 0.235 atm احسب K_c؟

الحل

$$CaO + CO_2 \rightleftharpoons CaCO_3$$

عند الاتزان: / 0.235 /

$$K_P = \frac{1}{P_{CO_2}} = \frac{1}{0.235} = 4.25$$

$$T = 800 + 273 = 1073\ K$$

$$\Delta n = \sum n_g(P) - \sum n_g(R)$$
$$= 0 - 1 = -1$$

$$K_C = K_P (RT)^{-\Delta n_g}$$
$$= 4.25 (0.082 \times 1073)^{-(-1)} = 373.94$$

لاحظ بدقة..
اذا كانت معلومات فقرة حالة الاتزان كافية لحل السؤال.. فلا يحتاج كتابة فرضيات قبل التفاعل ولا المتغيرات (س 11 + س 16)

س 27..

درجة تفكك 1 mol من N_2O_4 الى NO_2 هي 20% وبدرجة 27°C وضغط 1 atm وبحجم (1L) .. احسب K_P علماً (درجة التفكك هي الجزء على الكل ×100)

الحل

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$

	N_2O_4	$2NO_2$
قبل التفاعل	1	0
المتغيرات	$-X$	$+2X$
عند الاتزان	$1-X$	$2X$

لاحظ بدقة
يجب كتابة المعادلة لانها مذكورة بالسؤال كلامياً ويجب موازنتها

$$\%\text{المتفكك} = \frac{\text{المتفكك}}{\text{الكلي}} \times 100$$

$$20 = \frac{X}{1} \times 100 \Rightarrow X = 0.2\ mol/L$$

$$[N_2O_4] = 1 - X = 1 - 0.2 = 0.8\ mol/L$$
$$[NO_2] = 2X = 2 \times 0.2 = 0.4\ mol/L$$

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.4)^2}{0.8} = 0.2$$

$$\Delta n = 2 - 1 = 1 \qquad T = 27 + 273 = 300\ K$$

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta n} = 0.2 (0.082 \times 300)^1 = 4.92$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ١١ / ... فراغات
عندما تكون Kp اصغر من Kc فان مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة ———— من مجموع عدد مولات المواد الناتجة .

الجواب ص 57

لاحظ بدقة ..
عندما تكون Δn ⊕ فان $Kp > Kc$ وفيها تكون مولات النواتج هي الاكبر
وعندما تكون Δn ⊖ فان $Kp < Kc$ وفيها تكون مولات المتفاعلات الاكبر

س ... / اختيارات .

① للتفاعل الغازي $I_2 + F_2 \rightleftharpoons 2IF$ فان $Kc = 1\times10^{6}$ وبدرجة 200K
فاذا كان الضغط الجزئي عند الاتزان 0.2 atm لغاز IF ولغاز F_2 4×10^{-3} atm
فان الضغط الجزئي I_2 =

أ- 5×10 د- 1×10^{5}
ب- 1×10^{-5} د- كلها خاطئة

الحل

$$\Delta n = 2-2 = 0 \Rightarrow Kc = Kp$$

$$Kp = \frac{(P_{IF})^2}{P_{I_2} \cdot P_{F_2}}$$

$$1\times10^{6} = \frac{(0.2)^2}{(P_{I_2})(4\times10^{-3})} \Rightarrow P_{I_2} = \frac{0.04}{4\times10^{+3}} = 1\times10^{-5}\,atm$$

② للتفاعل ($Br_2 \rightleftharpoons 2Br$) حيث Kp تساوي 2558.4 عند الاتزان
وبدرجة 4000K وقيمة Kf للتفاعل بدلالة التراكيز المولارية هي 1.56
فان Kb تساوي

أ- 0.2 د- 7.8
ب- 20 د- كلها خاطئة

$$\Delta n = 2-1 = 1$$

$$Kc = Kp(RT)^{-\Delta n} = 2558.4(0.082\times4000)^{-1} = 7.8$$

$$Kc = \frac{Kf}{Kb}$$

$$Kb = \frac{1.56}{7.8} = 0.2$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

اهمية ثابت الاتزان ....

١) تحديد اتجاه التفاعل .
٢) بيان العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادلة .

تحديد اتجاه التفاعل من معرفة ثابت الاتزان ....

مثلاً للتفاعل التالي ..

$$A \rightleftharpoons B$$

$$\therefore K_c = \frac{[B]}{[A]}$$

رحلة التفوق في السادس @

وبها حالتين هما ..

١) اذا كانت $K_c = 100$ فان ... $[B] = 100\,[A]$
اي ان $[B]$ المتكون اكبر بمئة مره من $[A]$ المتبقي ، لذا فان موضع الاتزان يكون باتجاه B (تفاعل امامي) .

٢) اذا كانت $K_c = 0.01$ فان ... $[B] = 0.01\,[A]$
او يمكن كتابتها بالشكل $[A] = 100\,[B]$ .. فتكون $[A]$ اكبر مئة مره من $[B]$ .. فيكون موضع الاتزان باتجاه A (تفاعل خلفي) .

الاستنتاج ....

١) $K_c > 1 \Leftarrow$ [النواتج] > [المتفاعلات] $\Leftarrow$ التفاعل امامي
* عندما تكون K_c كبيره جداً ($K_c >>> 1$) فان التفاعل يكون تاماً من الناحية العملية .

٢) $K_c < 1 \Leftarrow$ [النواتج] < [المتفاعلات] $\Leftarrow$ التفاعل خلفي
* عندما تكون K_c صغيره جداً ($K_c <<< 1$) فان التفاعل لا يحدث من الناحية العملية .

٣) $K_c = 1 \Leftarrow$ [النواتج] = [المتفاعلات] $\Leftarrow$ التفاعل متزن

مثال ..
من قيم ثوابت الاتزان K_c للتفاعلات التالية ، تنبأ بحالة الاتزان لها ؟

١) $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ $K_{eq} = 1\times10^{-95}$

٢) $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ $K_{eq} = 8\times10^{25}$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

③ $3H_2$ (g) + N_2 (g) ⇌ $2NH_3$ (g)   Keq = 1.1

الحل:
① نلاحظ ان Keq صغيره جداً اي ان كمية F_2 و H_2 صغيره جداً لدرجة ان التفاعل لايحدث من الناحية العملية .
② قيمة Keq كبيرة جداً اي ان كمية SO_3 كبيرة جداً وكمية SO_2 و O_2 صغيرة جداً (غير متفاعله) فيكون التفاعل تاماً من الناحية العملية .
③ قيمة Keq مقاربة للواحد ... اي ان كمية H_2 و N_2 مقاربة الى NH_3

العلاقة بين ثابت الاتزان وطريقة كتابة المعادله ...!

تعتمد هذه العلاقة على صيغة كتابة المعادله الموزونة وتوجد ثلاث قواعد اعتماداً على التفاعل الغازي التالي

$$H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl$$

$$Kc_1 = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]}$$

① عند عكس اتجاه التفاعل ، فان قيمة Kc الجديد يساوي مقلوب الاول

$$Kc_2 = \frac{1}{Kc_1}$$

فعند عكس التفاعل اعلاه يصبح

$$2HCl \rightleftharpoons H_2 + Cl_2$$

$$\therefore Kc_2 = \frac{[H_2][Cl_2]}{[HCl]^2}$$

② عند ضرب المعادله بعدد معين ، فان Kc الجديد يرفع لذلك العدد .

* عند ضرب المعادله ($\times \frac{1}{2}$) (او التقسيم على 2) فان قيمة Kc ترفع للاس 1/2 (او بجذر ثابت الاتزان الاول)

$$Kc_2 = (Kc_1)^{1/2} = \sqrt{Kc_1}$$

لذلك فعند ضرب المعادله اعلاه ($\times \frac{1}{2}$)

تصبح علاقة ثابت الاتزان كما يلي ...

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$\frac{1}{2} H_2 + \frac{1}{2} Cl_2 \rightleftharpoons HCl$

$$Kc_2 = \frac{[HCl]}{[H_2]^{1/2} [Cl_2]^{1/2}}$$

٣ اذا كان التفاعل مكون من عدة خطوات (تفاعلات) فان ثابت الاتزان للتفاعل الكلي يساوي حاصل ضرب ثوابت الاتزان لكل التفاعلات والتي ينتج من حاصل جمع هذه التفاعلات (الخطوات)

$$Kc_3 = Kc_1 \times Kc_2$$

مثلاً ...

$C_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)}$ $\quad Kc_1 = \frac{[CO]}{[O_2]^{1/2}}$

$CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$ $\quad Kc_2 = \frac{[CO_2]}{[CO] [O_2]^{1/2}}$

بالجمع

$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$ $\quad Kc_3 = \frac{[CO_2]}{[O_2]}$

* قيمة ثابت التوازن للتفاعل الاخير يساوي حاصل ضرب قيم ثوابت الاتزان للخطوات المكون لها . (عند جمع المعادلات تضرب قيم ثابت الاتزان) .

مثال -١

اذا كان ثابت الاتزان عند درجة ١٠٠ ْم للتفاعل التالي يساوي 0.36 ، $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ، احسب ثابت الاتزان للتفاعلات التالية وبنفس الدرجة ؟ .

1. $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$
2. $\frac{1}{2} N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons NO_{2(g)}$

الحل -

نكتب علاقة ثابت الاتزان

$$Kc = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = 0.36$$

١ ∵ تم عكس المعادلة
∴ نقلب العلاقة

$$\therefore Kc = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{1}{0.36} = 2.8$$

٢ ∵ تم ضرب المعادلة ½
∴ نجذر قيمة Kc

$$\therefore Kc = \frac{[NO_2]}{[N_2O_4]^{1/2}} = (0.36)^{1/2} = \sqrt{0.36} = 0.6$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س9/...

من قيم ثوابت الاتزان للتفاعلات التالية تنبأ بحالة الاتزان لها ؟.

1- $2H_2O_{(g)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ $K_{eq} = 1.1 \times 10^{-81}$

2- $2CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2COCl_{(g)}$ $K_{eq} = 0.99$

3- $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)}$ $K_{eq} = 4.4 \times 10^{32}$

الحل:

(1) قيمة (K_c) صغيرة جداً ، فان كمية النواتج (H_2 , O_2) صغيرة جداً، فلا يمكن ان يحدث هذا التفاعل من الناحية العملية .

(2) قيمة (K_c) مقاربة للواحد ، فان كمية المواد المتفاعلة والناتجة متساوية وهما بحالة اتزان

(3) قيمة (K_c) عالية جداً ، فان كمية النواتج (HCl) عالية جداً وان كمية المتفاعلات (H_2 , Cl_2) صغيرة جداً ، لذا فان التفاعل تاماً من الناحية العملية .

س10/...

للتفاعل الغازي $(2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4)$ قيمة $K_p = 0.39$ بدرجة حرارة $227°C$ ، فما قيمة (K_c) للتفاعل $(N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2)$ بنفس الدرجة

الحل:

$T = 227 + 273 = 500\,K$

$\Delta n = \sum n_{(g)}(P) - \sum n_{(g)}(R)$

$= 1 - 2 = -1$

$K_c = K_p (RT)^{-\Delta n}$

$= 0.39 (0.082 \times 500)^{-(-1)} = 16$

.·. التفاعل المطلوب هو عكس المعادلة الاولى

$\therefore K_{c_2} = \frac{1}{K_{c_1}} = \frac{1}{16} = 0.0625$

حل آخر/..

$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$

$K_p = 0.39$

$\therefore N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$

$K_p = \frac{1}{0.39}$

$\Delta n = 2 - 1 = 1$

$K_c = \frac{1}{0.39}(0.082 \times 500)^{-1}$

$= \frac{1}{16} = 0.0625$

س11/...

للتفاعل الغازي $(3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3)$ وبدرجة معينة وجد ان خليط الاتزان يحتوي $0.02M$ من NH_3 مع $0.1M$ من H_2 , N_2 احسب قيمة (K_c) للتفاعل .. $(NH_3 \rightleftharpoons \frac{3}{2} H_2 + \frac{1}{2} N_2)$ ؟

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

الحل .

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(0.02)^2}{(0.1)(0.1)^3} = 4$$

∵ التفاعل الثاني هو معكوس التفاعل الاول ومضروب في $\frac{1}{2}$

$$\therefore K_c = \left(\frac{1}{K_{c1}}\right)^{1/2} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

س١٤ ..

وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه لتر واحد وبدرجة معينة ، وصل التفاعل الغازي لحالة الاتزان ، ووجد ان المتكون من غاز البروم 0.2 mol حسب التفاعل ($2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$) ، فما عدد مولات HBr في خليط الاتزان لاناء آخر حجمه (1L) ناتج من خلط غازي البروم والهيدروجين بكميات 2 mol لكل منهما ؟ .

الحل

للتفاعل الاول ..

∵ الحجم = لتر واحد

∴ المولارية = عدد المولات

	$2HBr$	H_2	Br_2
قبل التفاعل	1	0	0
التغيرات	$-2X$	$+X$	$+X$
حالة الاتزان	$1-2X$	X	X

$$\therefore [Br_2] = [H_2] = X = 0.2\ mol/L$$

$$[HBr] = 1-2X = 1-(2\times0.2) = 0.6\ mol/L$$

$$K_c = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2} = \frac{(0.2)(0.2)}{(0.6)^2} = \frac{1}{9} = 0.11$$

للتفاعل الثاني ..

	H_2	Br_2	$2HBr$
قبل التفاعل	2	2	0
التغيرات	$-X$	$-X$	$+2X$
حالة الاتزان	$2-X$	$2-X$	$2X$

∵ التفاعل الثاني معكوس الاول فيكون ..

$$K_{c2} = \frac{1}{K_{c1}} = \frac{1}{\frac{1}{9}} = 9$$

$$9 = \frac{(2X)^2}{(2-X)^2} \Rightarrow X = 1.2\ mol/L$$

$$\therefore [HBr] = 2X = 2\times1.2 = 2.4\ mol/L$$

ملاحظة ..
ان عبارة اناء آخر تعني ان التفاعل قد اعيد مرتين ولكن بتراكيز مختلفة وان قيمة (K) هي التي تربط بين المحلولين او التفاعلين

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س١٣ --- /
وجدان ثابت الاتزان للضغوط الجزئية بدرجة 2000K لكل من التفاعلات ....
الاتية وكما يلي ... /

$\frac{1}{2}Br_2 + \frac{1}{2}F_2 \rightleftharpoons BrF \qquad Kp = 150$

$\frac{1}{2}Br_2 + \frac{3}{2}F_2 \rightleftharpoons BrF_3 \qquad Kp = 2.5$

احسب Kc للتفاعل $(BrF_3 \rightleftharpoons BrF + F_2)$ ؟ .

الحل
نعمل على بقاء المعادله الاولى كما هي وعكس المعادله الثانية ثم نجمع المعادلتين

$\frac{1}{2}Br_2 + \frac{1}{2}F_2 \rightleftharpoons BrF \qquad Kp_1 = 150$

$BrF_3 \rightleftharpoons \frac{1}{2}Br_2 + \frac{3}{2}F_2 \qquad Kp_2 = \frac{1}{2.5}$

بالجمع
$BrF_3 \rightleftharpoons F_2 + BrF \qquad Kp_3 = Kp_1 \times Kp_2$

$\therefore Kp_3 = 150 \times \frac{1}{2.5} = \frac{150}{2.5} = 60$

$\Delta ng = \Sigma ng\,(\text{Proudect}) - \Sigma ng\,(\text{Reactants})$

$= 2 - 1 = 1$

$Kc = Kp(RT)^{-\Delta n}$

$= 60(0.082 \times 2000)^{-1} = \frac{60}{164} = 0.365$

س١٤ --- /
يقترن التفاعل التالي $(N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3)$ عند درجة $377°C$ وقيمة
$Kc = 1.96$ ، احسب قيمة Kc للتفاعلات التالية ؟ .

[1] $2NH_3 \rightleftharpoons N_2 + 3H_2$

$Kc = \frac{1}{1.96} = 0.51$ لانها معكوس التفاعل الاول ..

[2] $\frac{1}{2}N_2 + \frac{3}{2}H_2 \rightleftharpoons NH_3$

$Kc = \sqrt{1.96} = 1.4$ لانها قسمت على 2 ...

[3] $NH_3 \rightleftharpoons \frac{1}{2}N_2 + \frac{3}{2}H_2$

$Kc = \frac{1}{\sqrt{1.96}} = 0.71$ لانها معكوس وقسمت على 2 ...

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س١٥/...

احسب ثابت الاتزان Kc للتفاعل التالي من التفاعلات التالية

(($CO_2 + CaCO_{3(s)} + H_2O \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2HCO_3^-$))

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ $\quad Kc = 4.2 \times 10^{-7}$

$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CO_3^{-2} + Ca^{+2}$ $\quad Kc = 4.7 \times 10^{-9}$

$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{-2}$ $\quad Kc = 4.8 \times 10^{-11}$

الحل.

نجمع المعادلتين الاولى والثانية مع معكوس الثالثة للحصول على التفاعل المطلوب.

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ $\quad Kc_1 = 4.2 \times 10^{-7}$

$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CO_3^{-2} + Ca^{+2}$ $\quad Kc_2 = 4.7 \times 10^{-9}$

$H^+ + CO_3^{-2} \rightleftharpoons HCO_3^-$ $\quad Kc_3 = \frac{1}{4.8 \times 10^{-11}}$

$CO_2 + H_2O + CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2HCO_3^-$

$Kc = Kc_1 \times Kc_2 \times Kc_3$

$= 4.2 \times 10^{-7} \times 4.7 \times 10^{-9} \times \frac{1}{4.8 \times 10^{-11}}$

$= 4 \times 10^{-5}$

س١٦/...

احسب Kc للتفاعل $CO_2 + H_2O_{(l)} + 2NH_3 \rightleftharpoons 2NH_4^{+1} + CO_3^{-2}$

من ثوابت الاتزان للتفاعلات التالية

$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ $\quad Kc_1 = 2 \times 10^{-5}$

$CO_2 + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_{3(aq)}$ $\quad Kc_2 = 4 \times 10^{-7}$

$H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons 2H^{+1} + CO_3^{-2}$ $\quad Kc_3 = 1 \times 10^{-8}$

$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^{+1} + OH^{-1}$ $\quad Kc_3 = 1 \times 10^{-14}$

الحل

نضاعف المعادلة الاولى مع الثانية والثالثة ثم نضاعف الرابعة ونعكسها ثم نجمع

$2NH_3 + 2H_2O \rightleftharpoons 2NH_4^{+1} + 2OH^-$ $\quad Kc_1 = (2 \times 10^{-5})^2$

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ $\quad Kc_2 = 4 \times 10^{-7}$

$H_2CO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{-2}$ $\quad Kc_3 = 1 \times 10^{-8}$

$2H^+ + 2OH^- \rightleftharpoons 2H_2O$ $\quad Kc_4 = \left(\frac{1}{1 \times 10^{-14}}\right)^2$

$CO_2 + H_2O + 2NH_3 \rightleftharpoons 2NH_4^{+1} + CO_3^{-2}$ $\quad Kc = 16 \times 10^{3}$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س٩ / ١٠٠٠ ...

وجدان ثابت الاتزان KP وبدرجة 1000K للتفاعلات التالية هي :-

$C_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} \qquad KP = 2.9 \times 10^{10}$

$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} \qquad KP = 5 \times 10^{20}$

احسب (Kc) للتفاعل $(2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)})$

الحل -

تعكس المعادلة الاولى ثم نضاعفها ثم نضاعف الثانية ..

$2CO \rightleftharpoons 2C + O_2 \qquad KP_1 = \left(\frac{1}{2.9 \times 10^{10}}\right)^2$

$2C_{(s)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} \qquad KP_2 = (5 \times 10^{20})^2$

$2CO + O_2 \rightleftharpoons 2CO_2$

$KP = KP_1 \times KP_2$

$= \left(\frac{1}{2.9 \times 10^{10}}\right)^2 \times (5 \times 10^{20})^2 = 2.97 \times 10^{20}$

$\Delta n = \sum n_g (\text{Prodect}) - \sum n (\text{Reactants})$

$= 2 - 3 = -1$

$Kc = Kp (RT)^{-\Delta n}$

$= 2.97 \times 10^{20} (0.082 \times 1000)^{-(-1)}$

$2.97 \times 10^{20} \times 82 = 243.54 \times 10^{20}$

الجواب ص 51

س١ / ١٠٠ / ٦٠ فراغات ..

للتفاعل المتزن $4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$ وبدرجة حرارة معينة وجد ان $Kc = 1 \times 10^{28}$ فهذا يدل على ان موضع الاتزان يقع باتجاه تكوين ______

الجواب ص52

س١ / ١٠٠ / ٤٠ اختيارات ..

اذا كان Kc للتفاعل $Li_{(g)} + \frac{1}{2} I_{2(g)} \rightleftharpoons LiI_{(g)}$ عند 300K تساوي 643.2 فان قيمة Kc للتفاعل $2LiI_{(g)} \rightleftharpoons 2Li_{(g)} + I_{2(g)}$ بنفس الدرجة

أ- 25.3   ب- 15.6×10^5

ج- 41×10^4 د- كلها خاطئة

رحلة التفوق في السادس @

@A_M_Z_F

Generated by CamScanner from intsig.com

حاصل التفاعل Q ...

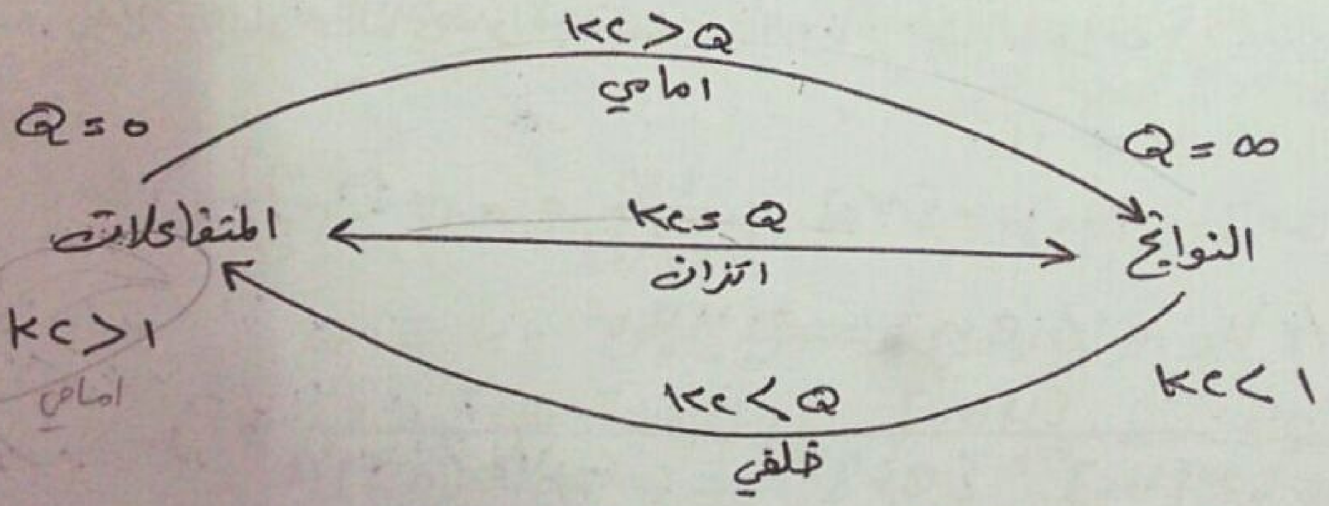
قيمة افتراضية لثابت الاتزان ، تحسب في لحظة ما خلال التفاعل ، للتنبؤ بوصوله لحالة الاتزان ، ويعبر عنه بنفس علاقة ثابت الاتزان ولكن لا تكون التراكيز المستخدمة بالضرورة هي قيم التراكيز عند الاتزان .

* يمكن تحديد اتجاه سير التفاعل من خلال مقارنة قيمة Q مع Kc او Kp من خلال الحالات التالية ..

حفظ

1. $Kc = Q$ ⇐ النظام بحالة اتزان (تركيز النواتج والمتفاعلات ثابت)
2. $Kc < Q$ ⇐ النظام بالاتجاه الخلفي (تركيز النواتج اكبر من تركيزها عند الاتزان)
3. $Kc > Q$ ⇐ النظام بالاتجاه الامامي (تركيز النواتج اقل من تركيزها عند الاتزان) .

* نفكر بـ Q عند خلط المتفاعلات والنواتج وبنفس الوقت ، فيجب حساب Q لمعرفة اتجاه سير التفاعل .



مثال ../

للتفاعل $(3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3)$ فان ثابت الاتزان هو 0.06 عند 500°C .. ادرس الحالات التالية وقدر اتجاه سير التفاعل .. علماً ان جميع التراكيز بوحدة mol/L

$[H_2]$	$[N_2]$	$[NH_3]$
0.002	0.00001	0.001
0.354	0.000015	0.0002
0.01	5	0.0001

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

1

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.001)^2}{(0.002)^3(0.00001)} = 12.5\times10^5$$

التفاعل خلفي لان $Kc < Q$

2

$$Q = \frac{(0.0002)^2}{(0.354)^3(0.000015)} = 0.06$$

التفاعل متوازن لان

$Kc = Q$

3

$$Q = \frac{(0.0001)^2}{(0.01)^3(5)} = 0.002$$

التفاعل امامي

$Kc > Q$

> لاحظ بدقة ..
> من المثال اعلاه تستنتج ان Q يستخرج من التفاعل الامامي او حسب المعادلة المعطاه بالسؤال .

2013 جاي مرتين مهم

س١٥ / ....

في اناء حجمه (2L) سخن 1.4 mol من مزيج من الغازات HBr ، H_2 ، Br_2 لدرجة معينة وصولاً لحالة الاتزان ، فاذا علمت ان ثابت الاتزان لتكوين مول واحد من HBr من غازي H_2 و Br_2 بدلالة الضغوط Kp = 0.25 فما عدد مولات المواد الناتجة والمتبقية في الاناء عند الاتزان ؟

الحل

$\because V \neq 1L$

$$[HBr] = [H_2] = [Br_2] = \frac{1.4}{2} = 0.7\ mol/L$$

$$1/2\,H_2 + 1/2\,Br_2 \rightleftharpoons HBr$$

$$Q = \frac{[HBr]}{[H_2]^{1/2}[Br_2]^{1/2}} = \frac{0.7}{(0.7)^{1/2}(0.7)^{1/2}} = 1$$

$$\Delta n = 1-(1/2+1/2) = 0$$

$$\therefore Kc = Kp = 0.25$$

$\because Kc < Q$ فان اتجاه التفاعل خلفي

$$1/2\,H_2 + 1/2\,Br_2 \rightleftharpoons HBr$$

	H_2	Br_2	HBr
قبل التفاعل	0.7	0.7	0.7
التغيرات	$+1/2X$	$+1/2X$	$-X$
عند الاتزان	$0.7+1/2X$	$0.7+1/2X$	$0.7-X$

رحلة التفوق في السادس @
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

$$0.25 = \frac{(0.7 - X)}{(0.7 + \frac{1}{2}X)^{1/2}(0.7 + \frac{1}{2}X)^{1/2}}$$

$$0.25 = \frac{(0.7 - X)}{(0.7 + \frac{1}{2}X)}$$

$$0.175 + 0.125X = 0.7 - X$$

$$X = \frac{0.525}{1.125} = 0.466 \text{ mol/L}$$

$$[HBr] = 0.7 - X = 0.7 - 0.466 = 0.234 \text{ mol/L}$$

$$[H_2] = [Br_2] = 0.7 + \frac{1}{2}X = 0.7 + (0.5 \times 0.466) = 0.933 \text{ mol/L}$$

$$n(HBr) = 0.234 \times 2 = 0.468 \text{ mol}$$

$$n(H_2) = n(Br_2) = 0.933 \times 2 = 1.866 \text{ mol}$$

> لاحظ بدقة ..
> تطبيق قيمة (K_c) لاتجاه المعادلة الامامي فقط .. حتى لو كان سير التفاعل خلفي .. بل يستفاد من كون التفاعل خلفي لمعرفة اشارة المتغير (X) فقط

س١٤ / ... (محلولة وزاري)

للتفاعل الغازي ($3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$) حيث $K_c = 9$ ، اجب عما يلي:
1. هل ان مزيج مكون من 2 mol من N_2 ، H_2 ، NH_3 في وعاء حجمه (1L) يمثل حالة اتزان . ولماذا ؟ - 2. لو فرضنا ان المزيج غير متزن ، فما حجم الاناء اللازم لجعله متزناً ؟ .

الحل

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(2)^2}{(2)(2)^3} = 0.25$$

∴ المزيج لا يمثل حالة اتزان لان $Q \neq K_c$

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

$$\frac{2}{V} \quad\quad \frac{2}{V} \quad\quad \frac{2}{V}$$

$$K_c = \frac{(\frac{2}{V})^2}{(\frac{2}{V})(\frac{2}{V})^3}$$

$$9 = \frac{1}{(\frac{2}{V})^2} \Rightarrow 3 = \frac{V}{2}$$

$$V = 3 \times 2 = 6L$$

> لاحظ بدقة ..
> * تم استخدام علاقة K_c لحساب الحجم لان منطوق السؤال ينص لجعله متزن اما خلاف ذلك فيجب استخدام قيمة Q
> * لايجاد الحجم يجب ان تكون المواد بوحدة المول

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

س ١٧/ للتفاعل التالي الغازي ($Cl_2 + F_2 \rightleftharpoons 2ClF$) فان $K_c = 19.9$ وبدرجة 2500 ْم ، ماذا يحدث لحالة الاتزان اذا كان تراكيز الخليط كما يلي تركيز Cl_2 0.2M وتركيز $F_2 = 1M$ وتركيز $ClF = 1.2M$ ؟

الحل

$$Q = \frac{[ClF]^2}{[Cl_2][F_2]} = \frac{(1.2)^2}{(0.2)(1)} = 7.2$$

$\because Q < K_c$

$\therefore$ يتم ازاحة التفاعل نحو الاتجاه الامامي حتى تتساوى $Q = K_c$ وحصول الاتزان

س ٢٠/ ....

وعاء مغلق حجمه (1L) يتفاعل فيه CO مع بخار الماء مكوناً CO_2 و H_2 وبدرجة 700K ، ما تركيز خليط الغازات عند وصولها لحالة الاتزان اذا تم وضع 1mol من كل من المتفاعلات والنواتج علماً أن $K_c = 5.29$ ؟

الحل

$$Q = \frac{[H_2][CO_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{1\times1}{1\times1} = 1$$

$K_c > Q$ التفاعل امامي لان

$$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$$

	CO	H_2O	CO_2	H_2
قبل التفاعل	1	1	1	1
المتغيرات	$-X$	$-X$	$+X$	$+X$
عند الاتزان	$1-X$	$1-X$	$1+X$	$1+X$

لاحظ بدقة: عند خلط المتفاعلات والنواتج بنفس الوقت يجب حساب Q لمعرفة اتجاه التفاعل

$$K_c = \frac{[H_2][CO_2]}{[CO][H_2O]} \Rightarrow 5.29 = \frac{(1+X)^2}{(1-X)^2}$$ بجذر الطرفين.

$$2.3 = \frac{1+X}{1-X} \Rightarrow X = 0.4 \ mol/L$$

$$[CO] = [H_2O] = 1-X = 1-0.4 = 0.6 \ M$$

$$[CO_2] = [H_2] = 1+X = 1+0.4 = 1.4 \ M$$

لاحظ بدقة

اذا كانت المواد المتفاعلة والناتجة معلومة قبل التفاعل ولم تكن (K) معلومة.. فيجب اكمال قراءة السؤال فستجد بعد عبارة خليط الاتزان معلومة تشير لاتجاه التفاعل س ٤٤

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ١١/ اختيارات ..

[١] ثابت الاتزان Kc للتفاعل $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ عند درجة حرارة 727°C تبلغ 4.17×10^{-2} فان اتجاه التفاعل عند خلط 0.4M من SO_3 و 0.1M من O_2 و 0.02M من SO_2 تكون .

أ - باتجاه المواد المتفاعلة   ج - التفاعل بحالة اتزان ديناميكي
ب - باتجاه المواد الناتجة   د - كلها خاطئة

الحل

$$Q = \frac{(0.4)^2}{(0.02)(0.1)} = 4000$$

$$\therefore Kc < Q$$

∴ التفاعل ضلق باتجاه المواد المتفاعلة

الجواب ص 54

س ١٩/ اختيارات ..

للتفاعل المتزن الغازي $(H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI)$ حيث Kp = 2 فان التفاعل يتجه نحو النواتج عندما تكون التراكيز الناتجة والمتفاعلة هي الاتي ..

أ - $[HI] = 0.1$ ، $[I_2] = 0.05$ ، $[H_2] = 0.05$
ب - $[HI] = 0.4$ ، $[I_2] = 0.1$ ، $[H_2] = 0.2$
ج - $[HI] = 0.001$ ، $[I_2] = 0.0002$ ، $[H_2] = 0.0025$
د - كل الاجابات خاطئة

امثلة محلوله وغير محلوله ..

[١] مثال ..

خليط يتالف من 6M من المادة A وكميات متساوية من B و C ، فاذا علمت ان حاصل التفاعل يساوي $\frac{4}{9}$ وقيمة ثابت الاتزان يساوي 9 احسب تركيز مكونات خليط الاتزان وحسب التفاعل $(2A \rightleftharpoons B + C)$

[٢] مثال ..

وضع 4mol من كل من A و B وعند الوصول لحالة الاتزان وجد ان تركيز المادة C = 6M .. احسب Kc علماً ان حاصل التفاعل = 4 وحسب التفاعل $(A + B \rightleftharpoons 2C)$

[٣] مثال ..

للتفاعل الغازي $(2A + B \rightleftharpoons 2C)$ حيث $Kc = 2\times10^{5}$ فعند اي تركيز للمادة B يصبح تركيز C مائة مرة قدر تركيز A عند حالة الاتزان وبنفس الدرجة .

رحلة التفوق في السادس @
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

④ فراغات وزارية ..

أ- $K_c = K_p(RT)$ عندما تكون Δn ـــــ من الصفر (٢٠٠٤/٢)

ب- اذا علمت ان $K_p = 98.4$ للتفاعل $(A \rightleftharpoons 2B)$ فان K_c للتفاعل $\frac{1}{2}A \rightleftharpoons B$ وبدرجة $25°C$ هي ـــــ (٢٠٠٩/١)

جـ- للتفاعل $\frac{1}{3}A + \frac{2}{3}B \rightleftharpoons C$ فان $K_c = 1/2$ وبدرجة معينة فان K_c للتفاعل $3C \rightleftharpoons A + 2B$ هي ـــــ (٢٠١٢/١).

د- لتفاعل غازي معين فان $K_p > K_c$ فان Δn ـــــ من الصفر (٢٠١٢/٢)

⑤ مثال ..

للتفاعل الغازي $(aA \rightleftharpoons B)$ وجد وبدرجة $227°C$ ان K_c هي 4.1 و $K_p = 0.1$ ، جد قيمة (a) ؟ .

⑥ مثال ..

للتفاعل الغازي $2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$ وضع 0.4 mol من SO_3 باناء حجمه (1L) وسخن لدرجة 727°م حتى الوصول لحالة الاتزان فوجد ان نصف الكمية قد استهلكت .. احسب K_p بنفس الدرجة ؟ .

⑦ مثال ..

للتفاعل الغازي $(3A + bB \rightleftharpoons 4C)$ ، ما قيمة (b) علماً ان K_c هي 82 بقدر K_p وعند درجة $727°C$ ؟ .

⑧ مثال ..

للتفاعل $C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ ، احسب ① الدرجة الحرارية التي تجعل K_p 41 مره بقدر K_c .. ② حجم الوعاء الذي يجب ان يكون فيه خليط مؤلف من 3 mol من كل من CO و CO_2 ، C بحالة اتزان علماً ان $K_c = 2$ وبدرجة 500K ؟ .

رحلة التفوق في السادس @
Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

العلاقة بين الطاقة الحرة ΔG وحاصل التفاعل Q .../

للتفاعل الاتي نجد ما يلي .../

$$aA + bB \rightleftharpoons gG + hH$$

* ترتبط ΔG مع ΔG° عندما يكون التفاعل بحالة غير متوازنة من خلال العلاقة التالية ...

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{[G]^g [H]^h}{[A]^a [B]^b}$$

وعند التعويض بقيمة حاصل التفاعل بما يساويها نحصل على العلاقة التالية والتي تستخدم عند اي لحظة من التفاعل -

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

* اما عند حالة الاتزان فان ($\Delta G = 0$) وكذلك فان ($Q = K_{eq}$) فتصبح العلاقة ...

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$$

J/mol 8.314

احفظ

$R = 8.314\ J/K.mol$ (تستخدم هذه القيمة في حسابات الطاقة)

$T =$ درجة الحرارة بالكلفن

$K_{eq} = K_c$ او K_p (حسب منطوق السؤال)

* نعتبر المعادلة اعلاه مهمة في علم الثرموداينميك ، لان منها تستطيع التعرف على قيمة ΔG° من خلال معرفتنا لقيمة K_{eq} (او بالعكس) وهذا يساعدنا في معرفة تلقائية التفاعل وكما يلي .../

K_{eq}	$\ln K_{eq}$	ΔG°	نوع التفاعل
① $K_{eq} > 1$	موجبة	سالبة	التفاعل تلقائي من المتفاعل للنواتج
② $K_{eq} = 1$	0	0	حالة توازن
③ $K_{eq} < 1$	سالبة	موجبة	التفاعل غير تلقائي ولكن التفاعل الخلفي تلقائي

* كلما زادت القيمة العددية الموجبة لثابت الاتزان K_c زادت قيمة ΔG° ذات القيمة السالبة .. اي زيادة تلقائية التفاعل .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

* يجب توحيد وحده ΔG° (KJ / mol) مع وحده J / K-mol (R)
وذلك بتحويل وحده ΔG° الى الجول .

* علل ../ كلما اقتربنا من حاله الاتزان تقل تلقائية التفاعل ج.
ج .../ وذلك لانخفاض قيمة ΔG° ذات القيمة السالبة فتقل على اثرها التلقائية

مثال ../ وزاري
اذا علمت ان ΔG° للتفاعل التالي ($-104\ KJ/mol$) وبدرجة 25°C وضغط 1 atm ، احسب ثابت الاتزان (Keq) بنفس الظروف علماً ان ($\ln 1.7 \times 10^{18} = 42$) وحسب التفاعل التالي ../

$$CCl_4 + H_2 \rightleftharpoons HCl + CHCl_3$$

الحل .

$$T = 25 + 273 = 298\ K$$

نحول وحده ΔG° الى الجول ...

$$104\ KJ/mol \times \frac{1000\ J}{1\ KJ} = 104000\ J/mol$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln Keq$$

$$-104000 = -8.314 \times 298 \times \ln Keq$$

$$\therefore \ln Keq = 42$$

$$Keq = 1.7 \times 10^{18}$$

القيمة Kc عالية
فالتفاعل شبه تام

رحلة التفوق في السادس @
رحلة التفوق في السادس @

ت ../ ١٦ وزاري
احسب ثابت الاتزان (KP) للتفاعل التالي بدرجة 25°C وضغط 1 atm علماً ان الطاقة الحره القياسية لتكوين الماء $\Delta G^\circ_f = -237\ KJ/mol$ موضحاً هل يحدث التفاعل تلقائياً بهذه الدرجة

$$2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

($\ln 1.2 \times 10^{83} = 191.3$)

الحل .

$$\Delta G^\circ_r = \sum \Delta G^\circ_f \text{(للنواتج)} - \sum \Delta G^\circ_f \text{(للمتفاعل)}$$

$$= 0 - 2(-237) = 474\ KJ/mol$$

$$474\ KJ \times \frac{1000\ J}{1\ KJ} = 474000\ J/mol$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln Keq$$

$$474000 = -8.314 \times 298 \ln Ke$$

$$\ln Kp = -191.3$$

عند استخدام علاقة
$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$
يجب ان تكون ΔG بوحدة ...

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

$\ln \frac{1}{Kp} = 191.3 \Rightarrow \ln \frac{1}{Kp} = \ln 1.2 \times 10^{83}$

$\therefore Kp = \frac{1}{1.2} \times 10^{-83}$

$= 0.83 \times 10^{-83}$

∵ قيمة Kp صغيره جداً

∴ لا يحدث تلقائياً

س٣٣.../

وضح الفرق بين ΔG , ΔG° واكتب العلاقة بينهما ، متى تكون قيمة $\Delta G = \Delta G^\circ$ ، اثبت ذلك حسابياً .

الحل .

الطاقة الحره القياسية ΔG° .../

وهو التغير الحاصل في الطاقه الحره عندما يتحول المواد المتفاعله في حالتها القياسية الى مواد ناتجة ($1\ atm$ ، $25^\circ C$)

الطاقة الحره غير القياسية ΔG .../

وهو التغير الحاصل في الطاقة الحره للتفاعلات التي تكون المواد المتفاعله والناتجة تحت ظروف غير قياسية

ترتبط ΔG° ، ΔG بالعلاقة التالية

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

وتصبح قيمة $\Delta G^\circ = \Delta G$ عندما يكون تراكيز المواد المتفاعله والناتجة متساوية فتصبح قيمة Q كما يلي

$$Q = \frac{1}{1} = 1$$

$$\therefore \Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln 1$$

$$\because \ln 1 = 0$$

$$\therefore \Delta G = \Delta G^\circ$$

رحلة التفوق في السادس @

س٣٤.../

اذا علمت ان ثابت التأين الذاتي للماء بدرجة $25^\circ C$ وضغط $1\ atm$ تساوي 1×10^{-14} احسب قيمة ΔG° للتأين وحسب المعادلة ($\ln 10 = 2.3$)

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

الحل

$\Delta G = -RT \ln K_{(H_2O)}$

$= -8.314 (25+273) \ln 10^{-14}$

$= -8.314 \times 298 - 14 \ln 10$

$= 8.314 \times 298 \times 14 \times 2.3$

$= 79881.75\ J/mol$

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

امثلة محلولة وغير محلولة ...

$2C \rightleftharpoons A + B$

مثال /..

وضعت كمية من المادة (C) داخل اناء حجمه (1L) للتفاعل
وبدرجة 25°C وعند الوصول لحالة الاتزان كانت عدد مولات A و B المتكونة
0.2 mol ، فاذا علمت ان $\Delta G = -3417.744$ ، ما عدد مولات (C)
الموضوعة . علماً ($\ln 4 = 1.4$)

الحل

	$2C$	A	B
قبل التفاعل	M	0	0
المتغيرات	$-2X$	$+X$	$+X$
عند الاتزان	$M-2X$	X	X

$[A] = [B] = X = 0.2\ M$

$[C] = M - 2X = M - 2 \times 0.2 = M - 0.4$

$\Delta G = -RT \ln K_{eq}$

$-3417.744 = -8.313 \times 298 \ln K$

$\ln K_{eq} = \frac{-3417.744}{-8.314 \times 298} = 1.4$

$\ln K = \ln 4$

$K_{eq} = 4$

$\therefore K_{eq} = \frac{[A][B]}{[C]^2}$

$4 = \frac{(0.2)^2}{(M-0.4)^2}$ بالجذر

$2 = \frac{0.2}{M-0.4}$

$M = \frac{1}{2} = 0.5$

مثال /.. [2]

للتفاعل الغازي ($2AB_2 + B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$) حيث ان Kp = 10 بدرجة 25°C
احسب انتروبية التفاعل من خلال معلومات التفاعلات الاتية ..

$A_{(s)} + 3/2\ B_{2(g)} \longrightarrow AB_{3(g)} \quad \Delta H_f^\circ = -295\ kJ$

$A_{(s)} + Br_{2(g)} \longrightarrow AB_{2(g)} \quad \Delta H_f^\circ = -297\ kJ$

مثال /.. [3]

للتفاعل الغازي ($2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$) وضع 4mol من HBr بوعاء
حجمه (2L) وبدرجة 25°C وعند الوصول لحالة الاتزان وجد ان المتبقي من HBr
هو 0.8mol احسب Kp ، ΔG° ($\ln 4 = 1.4$)

مثال /.. [4]

خليط غازي وبدرجة 25°C مكون من 0.5 atm من NO و 0.05 atm من
كل من O_2 و N_2 احسب ΔG علماً ان $\Delta G^\circ = 174\ kJ/mol$ للتفاعل
($\ln 100 = 4.6$)

$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

وزاري

قاعده لوشاتليه .../

اذا أثر مؤثر خارجي (تغير بالتركيز او الحجم او الضغط او درجة الحراره) على تفاعل ما في حاله اتزان ، فان هذا التفاعل يتجه باتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل لحاله اتزان جديده .

* تؤثر العوامل الخارجية على تغير موضع الاتزان (وهو مدى انحراف الاتزان الكيميائي ناحية النواتج او المتفاعلات لتفاعل كيميائي متزن .

* هذه القاعده مشابهة لقانون نيوتن (لكل فعل رد فعل مساوي له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه)

انواع المؤثرات الخارجية .../

[1] تأثير تغير التراكيز ../

وبها حالتين ..

أ- حالات الاضافة ../ عند اضافة الماده (اسم الماده) فسوف يزداد تركيزها ، فيحاول النظام التخلص من الزياده بالانزياح بالاتجاه (الامامي اذا كانت الماده المضافة من المتفاعلات او الخلفي اذا كانت الماده المضافة من النواتج) وحسب قاعده لوشاتلية .

ب- حالات السحب ../ عند سحب الماده (اسم الماده) فسوف يقل تركيزها فيحاول النظام التعويض عن النقص الحاصل بالانزياح بالاتجاه (الامامي اذا كان السحب من النواتج والخلفي اذا كان السحب من المتفاعلات) وحسب قاعده لوشاتلية

* يستفاد من هذا المؤثر باعتباره احدى الطرق الصناعية او المختبرية لزياده المنتوج او زياده المواد المتفاعله بوسيلة معينة ، كما في طريقة هابر حيث يتم سحب الامونيا باستمرار لزياده انتاجها.

$$3H_2 (g) + N_2 (g) \rightleftharpoons 2NH_3 (g)$$

* لا تتغير قيمة ثابت الاتزان (Kc) بتغير التراكيز لبقاء النسبة بين تراكيز المواد الناتجة والمتفاعله ثابتة .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

∴ يمكن اختصار ذلك وكما يلي ..
م - يترجح التفاعل الامامي عند الاضافة للمتفاعلات او السحب من النواتج
ب - يترجح التفاعل الخلفي عند الاضافة للنواتج او السحب من المتفاعلات

قاعدة التركيز

لاحظ بدقة ../
عند تغير احد تراكيز خليط الاتزان يترجح التفاعل نحو التركيز الاقل ... ولا تتأثر قيمة ثابت الاتزان بذلك التغير

ج تأثير تغيير الضغط او الحجم ../

من المعلوم ان الضغط يتناسب عكسياً مع الحجم ، وهذا خاص للتفاعلات الغازية ، لذا فان اي تغير بالحجم يسبب تغيير في الضغط مسبباً انحراف التفاعل باتجاه معين .. وهنا توجد عدة حالات ../ :

م - عندما تكون $(\Delta n \neq 0)$ ..

1 عند زيادة الضغط (تقليل الحجم) ، فان موضع الاتزان يترجح نحو عدد المولات الاقل (الحجوم الغازية الاقل) وحسب قاعدة لوشاتلية -

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$$

2 mol   1 mol   2 mol

ثلاث حجوم غازية = 3 mol   حجمين غازيين = 2 mol

$$\Delta n = 2 - 3 = -1$$

حيث ان زيادة الضغط (تقليل الحجم) يؤدي الى ازاحة التفاعل نحو تكوين غاز SO_3 .

2 عند نقصان الضغط (زيادة الحجم) فان موضع الاتزان ينحرف نحو الجهة ذات عدد المولات الاكبر (الحجوم الغازية الاكبر) وحسب قاعدة لوشاتلية -

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$

2mol ‏ ‏ 2mol ‏ 1mol

حجمين غازيين = 2mol ‏ ‏ ثلاث حجوم غازية = 3mol

$\Delta n = 3 - 2 = 1$

حيث ان نقصان الضغط (زيادة الحجم) يؤدي الى ازاحة التفاعل نحو تكوين غازي (NO و O_2)

* تاثيرات الضغط هي فقط للغازات ولا تدخل المواد الصلبة ولا السائلة في هذا المؤثر.

* عندما تكون $\Delta n \neq 0$ ← اما ⊕ مولات النواتج هي الاكبر
او ⊖ مولات المتفاعلات هي الاكبر

ب - عندما تكون ($\Delta n = 0$)

في هذه الحالة فان التفاعل لايحدث فيه تغير بالحجم، فلا يؤثر تغير الضغط (تغير حجم الاناء) على خليط الاتزان، فيبقى موضع الاتزان ثابت.

$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$

يحذف ‏ 1mol ‏ ‏ 1mol

حجم غازي واحد ‏ ‏ حجم غازي واحد

$\Delta n = 1 - 1 = 0$

لاحظ بدقة.. علل.. لا تتأثر قيمة ثابت الاتزان بتغيرات الضغط

علل../ لا يحصل تاثير لتغير الضغط على حالة الاتزان للتفاعلات الغازية التي يكون عدد مولاتها المتفاعلة والناتجة الغازية متساوي؟.

ج../ لان تاثير الضغط سيكون متساوياً على جانبي التفاعل فلا يتغير موضع الاتزان

قاعدة الضغط

لاحظ بدقة../ عند تغير الضغط لخليط الاتزان. فاذا كانت ($\Delta n = 0$) فلا تاثير له على الاتزان واذا كانت ($\Delta n \neq 0$) فيتحول تغير الضغط الى تغير بالحجم فاذا كانت زيادة بالحجم فالتفاعل يتجه نحو الحجوم الاكبر واذا كان نقصان بالحجم فيتجه نحو الحجوم الاقل.. ولا تاثير على قيمة K في جميع ذلك

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

خالد الانباري

س٧ (١).. علل..//
زياده حجم اناء التفاعل غازي فية $\Delta n_g(P) < \Delta n_g(R)$ يؤدي الى خفض المنتوج؟.
ج..// لان زياده الحجم سوف يقلل من الضغط ، فيؤدي الى ازاحه التفاعل نحو المواد المتفاعله ذات المولات الغازية الاكبر للتقليل او ازاله تاثير هذا المؤثر وحسب قاعده لوشاتيلية فيقل تركيز المواد الناتجة (خفض المنتوج).

س (٨).. علل..// زياده الضغط على خليط الاتزان فية ($\Delta n = 1$) فان الاتزان ينزاح نحو المتفاعلات؟
ج..// لان مجموع مولات النواتج الغازية اكبر من مجموع مولات المتفاعلات الغازية (لان $\Delta n = 1$) فهي ذات قيمة موجبة) ، وان زياده الضغط يؤدي الى ازاحه التفاعل نحو جهة المولات الاقل وحسب قاعده لوشاتيلية اي باتجاه المتفاعلات .

س..//
ماتأثير زياده الضغط على مايلي..//
1. $A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$ ------ لاتاثير (كلاهما مواد صلبة)
2. $2A_{(s)} \rightleftharpoons B_{(s)}$ ------ لاتاثير (كلاهما سوائل)
3. $A_{(l)} \rightleftharpoons B_{(l)}$ ------ يترجح نحو تكوين A (تفاعل خلفي)
4. $A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$ ------ لاتاثير ($\Delta n = 0$)
5. $A_{(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$ ------ يترجح نحو تكوين (A) (تفاعل خلفي)

س٩..//
ماتاثير زياده الضغط الكلي على التفاعلات المتزنة التالية ؟.
1. تفاعل عدد مولات للغازات الناتجة اكبر من عدد مولات الغازات المتفاعله ؟.
2. 〃 〃 〃 〃 اصغر 〃 〃 〃 〃 〃 ؟
3. 〃 〃 〃 〃 مساوياً 〃 〃 〃 〃 〃 ؟
4. تفاعل جميع المتفاعلات او النواتج في حاله صلبة وآخر جميع المتفاعلات والنواتج في حاله سوائل نقية

الحل
1. ينزاح نحو المتفاعلات (نحو الاتجاه الخلفي).
2. ينزاح نحو النواتج (نحو الاتجاه الامامي).
3. لايوجد تاثير للضغط.
4. لايوجد تاثير في الحالتين.

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

[٣] تأثير درجة الحراره ---/

تقسم التفاعلات حرارياً الى قسمين ..

أ - تفاعل ماص للحراره ../ وهي التفاعلات التي تكون طاقة النواتج اكبر من طاقة المتفاعلات ، وتكون ΔH ذات قيمة موجبة .

ب - تفاعل باعث للحراره../ وهي التفاعلات التي تكون طاقة النواتج اقل من طاقة المتفاعلات .. وتكون ΔH ذات قيمة سالبة .

كيفية معرفة نوع التفاعل الحراري ---/

[١] من خلال نص السؤال عليه .

[٢] من خلال قيمة ΔH فاذا كانت سالبة فهو باعث واذا موجبة فهو ماص .

[٣] من خلال مقدار الطاقة المصاحبة للتفاعل ، وهي وجود كلمة طاقة او حراره او حرف ح او رقم يوجد KJ .. فاذا كانت بجهة النواتج فهو باعث وعند كتابتها بجهة المتفاعلات فهو ماص .

مثال ../

ماتأثير رفع وخفض درجة الحراره على حاله وقيمة ثابت الاتزان للتفاعل التالي

$$CaCO_{3(s)} + ح \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

الحل

∵ التفاعل ماص .. فيكون الماص هو الامامي ويكون الخلفي هو الباعث .

* عند رفع درجة الحراره ، يحصل اخلال بحالة الاتزان وينزاح التفاعل نحو اليمين حيث تمتص المواد المتفاعله ($CaCO_3$) جزء من الحراره لتكوين النواتج والعوده لحاله الاتزان وحسب قاعده لوشاتليه .

وتزداد قيمة K عند رفع درجة حراره تفاعل ماص لترجيح التفاعل الامامي وزياده تركيز النواتج للتناسب الطردي بينهما .

* عند خفض درجة الحراره ، يحصل اخلال بحاله الاتزان وينزاح التفاعل نحو اليسار حيث تتكون المواد المتفاعله ($CaCO_3$) مع انبعاث حراره مكافئة للحراره التي فقدها التفاعل والعوده لحاله الاتزان حسب قاعده لوشاتليه .

وتقل قيمة K عند خفض درجة حراره تفاعل ماص لترجيح التفاعل الخلفي وانخفاض تركيز النواتج للتناسب الطردي بينهما .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال -/
ماتاثير رفع او خفض درجة الحرارة على حالة وقيمة ثابت الاتزان للتفاعل التالي :-

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} + \text{طاقة}$$

الحل
:- التفاعل باعث ، فيكون الباعث هو الامامي والماص هو الخلفي .

* عند رفع درجة الحرارة ، يحصل اخلال بحالة الاتزان وينزاح التفاعل نحو اليسار ليتفكك جزء من CO_2 بامتصاصه جزء من الزيادة في الحرارة والعودة لحالة الاتزان حسب قاعدة لوشاتيلية . وتقل قيمة (K) .

* عند خفض درجة الحرارة ، يحصل اخلال لحالة الاتزان وينزاح التفاعل نحو اليمين لتكوين غاز CO_2 وانبعاث حرارة مكافئة للحرارة التي خفض اليها التفاعل وتزداد قيمة (K) حسب قاعدة لوشاتيلية .

((المختصر))

التغير	تفاعل باعث	تفاعل ماص
التسخين	ينحرف نحو المتفاعلات (تقل K)	ينحرف نحو النواتج (تزداد K)
التبريد	ينحرف نحو النواتج (تزداد K)	ينحرف نحو المتفاعلات (تقل K)

مثال -/
للتفاعل الماص التالي ماتاثير التسخين مره والتبريد مره اخرى على حالة الاتزان.

$$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$$

عديم اللون   بني

الحل
ان رفع درجة الحرارة لتفاعل ماص ، يسبب اخلال لحالة الاتزان وينزاح التفاعل نحو تكوين NO_2 (البني اللون) حيث ينفكك (N_2O_4) بامتصاصه جزء من الحرارة والعودة لحالة الاتزان حسب قاعدة لوشاتيلية .

اما خفض درجة الحرارة لتفاعل ماص ، يسبب اخلال بحالة الاتزان وينزاح التفاعل نحو تكوين N_2O_4 (العديم اللون) وانبعاث حرارة مكافئة للحرارة التي خفض اليها التفاعل والعودة لحالة الاتزان حسب قاعدة لوشاتيلية.

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

مثال../

للتفاعل ($2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(s)}$) حيث $\Delta H = -181\ KJ$ عند درجة $298K$ وقيمة $Kp = 3.2 \times 10^{20}$ ، بيّن هل قيمة Kp عند درجة $500K$ أكبر أم أقل من قيمتها عند $298K$ للتفاعل نفسه ؟.

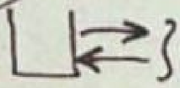
الحل

$$2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} 2HgO_{(s)} \qquad \Delta H = -181\ KJ$$

∵ التفاعل باعث للحرارة

∴ ينزاح التفاعل نحو اليسار (المتفاعلات) فيقل تركيز النواتج ويزداد تركيز المواد المتفاعلة عند الاتزان حسب لوشاتليه

∴ تقل قيمة Kp عند درجة 500K



لاحظ بدقة.. يجب معرفة نوع التفاعل اولاً مثل هذه الاسئلة

س١٧ .../

للتفاعل المتزن ($2BrF_{5(g)} \rightleftharpoons Br_{2(g)} + 5F_{2(g)}$) حيث $\Delta H = 858\ KJ$ عند درجة $1000K$ وقيمة $Kp = 7.4 \times 10^{-16}$ ، بين هل قيمة Kp عند $1500K$ للتفاعل أكبر أم أقل من قيمتها عند $1000K$ للتفاعل نفسه ؟.

الحل

∵ التفاعل ماص للحرارة

∴ زيادة درجة الحرارة يزيح التفاعل نحو النواتج (نحو اليمين) فتزداد تراكيز النواتج وتقل تركيز المتفاعلات حسب لوشاتليه

∴ تزداد قيمة Kp عند درجة 1500K



س٢١ .../

للتفاعل الغازي ($N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$) فان $Kc = 6 \times 10^{-3}$ عند $298K$ ولكنه يساوي 1.5×10^{-2} بدرجة $35^\circ C$ فهل ان تفكك رابع اوكسيد ثنائي النتروجين باعث ام ماص ؟ .

الحل

$T = 35 + 273 = 308K$

$298K \longrightarrow 0.006$

$308K \longrightarrow 0.015$ >

∴ التفاعل الامامي ماص

لان قيم Kc تزداد بزيادة درجة الحرارة حسب قاعدة لوشاتليه

@A_M_Z_F

خالد الانباري

س٢ ...١ للتفاعل الغازي المتزن ($2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$) وجد ان خليط الاتزان وبدرجة 25٪ يحتوي $[SO_2] = 0.08M$ ، $[SO_3] = 0.002M$ و $[O_2] = 0.01M$ وعند تبريد التفاعل الى 10 وجدان قيمة KC تساوي 4 .. وضح هل التفاعل باعث ام ماص ؟ .

الحل

$$Kc = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(0.08)^2(0.01)}{(0.002)^2} = 16$$

$T_1 = 25 + 273 = 298K \longrightarrow 16$

$T_2 = 10 + 273 = 283K \longrightarrow 4$

∵ قيم (KC) انخفضت عند خفض درجة الحراره حسب قاعده لوشاتلية

∴ التفاعل ماص

س٢ (٥) . علل ..١

ترتفع درجة حراره تفاعل ماص للحراره عندما (Kc = 0.3) و (Q = 1) ؟ .

ج ..١ لان قيمة Q اكبر من قيمة Kc ، فسوف ينحرف التفاعل نحو الاتجاه الخلفي الباعث للحراره فترتفع درجة حراره التفاعل حسب قاعدة لوشاتلية .

س٢ (٦) . علل ..١

يعتبر التفاعل باعث للحراره اذا انخفضت قيمة (Kc) للتفاعل عند زيادة درجة الحراره ؟

ج ..١ ان انخفاض قيمة (Kc) لتفاعل بزيادة درجة الحراره ، دلاله على انحراف التفاعل للاتجاه الخلفي الماص للحراره وحسب قاعده لوشاتلية وبذلك يصبح التفاعل الامامي هو الباعث للحراره .

س٢ (٧) . علل ..١

قيمة (Kc) تزداد عند رفع درجة حراره التفاعل في حالة التفاعلات الماصه ؟ .

ج ..١ لان رفع درجة الحراره للتفاعلات الماصه سيزيح التفاعل نحو الاتجاه الامامي وحسب قاعده لوشاتلية ، فتزداد تراكيز المواد الناتجة وتقل تراكيز المتفاعلات وتزداد (Kc) .

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

س (٩). علل..

للتفاعل الغازي ($SO_2Cl_2 \rightleftharpoons SO_2 + Cl_2$ + طاقة) ترتفع حرارة التفاعل عند اضافة SO_2 لخليط الاتزان ؟.

ج.. لان اضافة SO_2 تعمل على زيادة تركيزها ، فيحاول النظام التخلص من الزيادة بالانزياح نحو الاتجاه الخلفي الباعث للحرارة ، فترتفع درجة الحرارة

لاحظ بدقة..

اذا كان المؤثر الخارجي هو التركيز او الضغط فلا يمكن الحل لا بالمختصر ولا بالمخطط بل يجب الانتباه لما يلي..

1. عند ترجيح التفاعل الماص (امامي او خلفي) يحصل انخفاض لدرجة حرارة التفاعل (يبرد الاناء) .
2. عند ترجيح التفاعل الباعث (امامي او خلفي) يحصل ارتفاع لدرجة حرارة التفاعل (يسخن الاناء)

س (٧) - علل..

للتفاعل الافتراضي ($A_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)}$ + طاقة) لا تتغير حرارة الاناء للتفاعل عند زيادة الضغط الكلي ؟ .

ج.. لان زيادة الضغط لايؤثر على موضع الاتزان لان عدد المولات الغازية للمواد المتفاعلة والناتجة متساوي وتكون فيها ($\Delta n=0$) وبذلك فان تغيير الضغط لايؤثر على حرارة التفاعل لان الطاقة المكتسبة مساوية للطاقة المفقودة .

لاحظ بدقة..

عند الاتزان فان كمية الطاقة المفقودة (عند الاتجاه الباعث) تكون مساوية لكمية الطاقة المكتسبة (عند الاتجاه الماص) فلا يحصل تغير حراري محسوس وعند عدم الاتزان فان احدهما يكون اكثر من الثاني فيحصل تغير حراري

ش...

هل دائماً تؤدي رفع درجة حرارة اي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة في تركيز النواتج فاذا كان الجواب بالنفي ، فما هي التفاعلات التي تؤدي او لا تؤدي الى زيادة النواتج مع الامثلة ؟

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الحل / لاتؤدي رفع درجة الحراره لزياده في تراكيز النواتج (لانه يعتمد كون التفاعل باعث ام ماص للحراره) .

فاذا كان التفاعل باعث للحراره ، فان رفع درجة الحراره سيقلل من تركيز المواد الناتجة مثل

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{2(g)} + ط$$

اما اذا كان التفاعل ماص للحراره ، فان رفع درجة الحراره سيزيد من تركيز المواد الناتجة

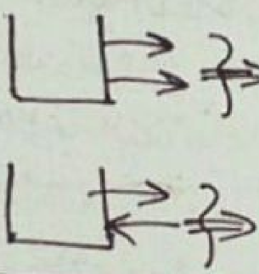
$$CaCO_{3(s)} + ط \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

قاعده درجة الحراره

لاحظ بدقة ..!

زياده K ⇐ زياده النواتج ⇐ (امامي) طردي ⇐

نقل K ⇐ زياده للمتفاعلات ⇐ (خلفي) عكسي ⇐



٤ تأثير اضافة العامل المساعد ..!

العامل المساعد ..! ماده لاتشترك في التفاعل الكيميائي ، بل تساعد فقط على زياده سرعته .

علل ..! اضافة العامل المساعد لايؤثر على حالة الاتزان ولا على قيمة Keq .؟

ج ..! لان اضافة العامل المساعد يؤثر فقط على طاقة التنشيط (خفض) حيث يزيد من سرعتي التفاعل الامامي والخلفي معاً فيتم الوصول لحالة الاتزان بسرعه وبذلك فهو لايؤثر على التراكيز فتبقى قيمة Keq ثابتة .

العوامل المؤثره على قيمة ثابت الاتزان ..!

1 لاتتغير (Keq) عند تغير التراكيز او الضغط او الحجم او اضافة العامل المساعد لان نسبة تراكيز النواتج الى تراكيز المتفاعلات تبقى ثابتة .

2 تتغير (Keq) بتغير درجة الحراره ، حيث تزداد Keq عندما يكون التفاعل امامي .. وتقل Keq عندما يكون التفاعل خلفي .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال ../
ما تأثير العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان للتفاعل المتزن التالي

$N_2F_{4(g)} \rightleftharpoons 2NF_{2(g)} \quad \Delta H = 38.5\ KJ/mol$

1. تسخين خليط الاتزان في اناء مغلق .
2. سحب N_2F_4 من خليط الاتزان عند ثبوت درجة الحرارة والحجم .
3. خفض الضغط على خليط الاتزان بدرجة حرارة ثابتة .
4. اضافة العامل المساعد لخليط الاتزان .

الحل

1. ∵ التفاعل ماص للحرارة (لان ΔH موجبة) لذلك فعند التسخين يحاول التفاعل التخلص من الحرارة الفائضة بالانزياح نحو اليمين (باتجاه الماص) .
وتزداد قيمة ثابت الاتزان لزيادة تركيز NF_2 وانخفاض تركيز N_2F_4 لان K_P تتناسب طردياً مع تركيز النواتج وعكسياً مع تركيز المتفاعلات .
2. عند سحب N_2F_4 سوف يقل تركيزه في خليط الاتزان ، فيحاول النظام التعويض عن جزء من النقص الحاصل لتركيز N_2F_4 بالانزياح نحو اليسار .
وتبقى قيمة K_P ثابتة لاتتأثر بهذا السحب .
3. عند خفض الضغط على خليط الاتزان ، فان التفاعل ينزاح باتجاه عدد المولات الاكبر (نحو اليمين) .
ويبقى ثابت الاتزان ثابتاً حيث لايتأثر بتغيرات الضغط .
4. ان اضافة العامل المساعد لايؤثر لا على حالة الاتزان ولا على K_{eq} حيث يعمل العامل المساعد على زيادة سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين من خلال خفض طاقة التنشيط .

س 18 / ...
للتفاعل المتزن ، ما تأثير العوامل التالية على حالة وثابت الاتزان

$3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_3 \quad \Delta H = 428\ KJ/mol$

1. زيادة الضغط (نقصان الحجم) .
2. زيادة الضغط باضافة مزيداً من O_2 للنظام .
3. خفض درجة الحرارة .
4. اضافة العامل المساعد .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الحل
1) ينزاح التفاعل بالاتجاه الامامي ... ولايتأثر ثابت الاتزان.
2) ينزاح الاتزان بالاتجاه الامامي .. ولايتأثر ثابت الاتزان.
3) ينزاح الاتزان بالاتجاه الخلفي ... وتقل قيمة ثابت الاتزان
4) لايوجد تأثير على حالة الاتزان ولا على قيمة ثابت الاتزان.

س١٩ / ... مكرر وزاري

يصل مزيج الغازات C_2H_4 و H_2 و C_2H_6 الموضوعة داخل اناء مغلق عند 25°C الى حالة الاتزان ، صف عدد من الاجراءات التي تؤدي لرفع كمية C_2H_6 الناتجة من هذا التفاعل

$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)} + 137\ KJ/mol$$

الحل
يعتبر التفاعل باعث للحرارة لان الطاقة مكتوبة بجهة النواتج ، لذلك نفعل ما يلي..
1) زيادة تركيز H_2 و C_2H_4 باستمرار.
2) سحب غاز C_2H_6 باستمرار.
3) التبريد المستمر (خفض درجة الحرارة).
4) زيادة الضغط المسلط.
5) اضافة العامل المساعد لتسريع التفاعل

لاحظ بدقة ... مثل هذه الاسئلة يفضل كتابة تأثير التركيز مرتين ، مرة عند السحب ومرة للاضافة
* يكتب العامل المساعد فقط عند ذكر الاجراءات التي تزيد الناتج

س١٢ / ...

للتفاعل المتزن الغازي $A \rightleftharpoons 2B$ من خلال الجدول ، احسب Kp و Kc للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة موضحاً هل التفاعل باعث ام ماص

	[A] mol/L	[B] mol/L	درجة الحرارة
1	0.0125	0.843	200°C
2	0.171	0.764	300°C
3	0.250	0.724	400°C

1)

$$Kc_1 = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.843)^2}{0.0125} = 56.85$$

$$T(K) = 200 + 273 = 473\ K$$

$$\Delta n_g = \sum n_g(P) - \sum n_g(R)$$

@A_M_Z_F

$\Delta n_g = 2-1 = 1$

$Kp_1 = Kc_1(RT)^{\Delta n}$

$= 56.85(0.082 \times 473)^1 = 2205$

[2]

$Kc_2 = \frac{(0.764)^2}{0.171} = 3.41$

$T = 300 + 273 = 573\,K$

$\Delta n = 2-1 = 1$

$Kp_2 = 3.41(0.082 \times 573)^1 = 159.75 \simeq 160$

@ رحلة التفوق في السادس

[3]

$Kc_3 = \frac{(0.724)^2}{0.250} = 2.09$

$T = 400 + 273 = 673\,K$

$\Delta n = 2-1 = 1$

$Kp_3 = 2.09(0.082 \times 673) = 115.32$

∴ قيم Kp او Kc تقل بزيادة درجة الحرارة

∴ التفاعل باعث للحرارة .

مثال اضافي ..

للتفاعل الباعث الغازي ($CO + Cl_2 \rightleftharpoons COCl_2$) عند درجة $127°C$ حيث $Kc = 5 \times 10^9$ احسب Kp للتفاعل ($COCl_2 \rightleftharpoons CO + Cl_2$) ثم وضح تأثير التسخين على حالة وقيمة ثابت الاتزان للتفاعل الاخير .

الحل

[1] $T = 127 + 273 = 400\,K$

$Kp = Kc(RT)^{\Delta n}$

$\Delta n = 1 - 2 = -1$

$Kp = 5 \times 10^9 (0.082 \times 400)^{-1}$

$Kp = \frac{5 \times 10^9}{32.8} = 0.15 \times 10^9$

∴ التفاعل الثاني هو معكوس الاول

$\therefore Kp = \frac{1}{0.15 \times 10^9}$

$Kp = 6.66 \times 10^{-9}$

[2] ∴ التفاعل الاخير معكوس الاول فيكون الامامي هو الماص والخلفي هو الباعث وعند التسخين يترجح التفاعل الامامي الماص

∴ تزداد قيمة Kp

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س / ١٠٠٠ / ٢٠٠٥ / ١   2013

للتفاعل الغازي الباعث ($2HBr \rightleftharpoons H_2 + Br_2$) في اناء حجمه لتر واحد ، وضعت مولات متساوية من H_2 و Br_2 وضعفها من HBr ، فوجد ان حرارة الاناء ارتفعت حين استتباب حالة الاتزان ، ووجد ان الاناء يحتوي 1 mol من HBr مع 2 mol لكل من Br_2 و H_2 ، احسب مايلي :

١) تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل .
٢) قيمة Kc للتفاعل .

الحل

∵ حرارة الاناء قد ارتفعت عند الوصول لحالة الاتزان
∴ التفاعل الامامي هو الباعث

$$2HBr \underset{ماص}{\overset{باعث}{\rightleftharpoons}} H_2 + Br_2$$

	$2HBr$	H_2	Br_2
قبل التفاعل	$2M$	M	M
(عند التفاعل) التغيرات	$-2X$	$+X$	$+X$
حالة الاتزان	$2M-2X$	$M+X$	$M+X$

$\because M + X = 2 \Rightarrow X = 2 - M$

$\therefore 2M - 2X = 1$

$2M - 2(2-M) = 1 \Rightarrow M = 1.25\ mol/L = [H_2] = [Br_2]$

$[HBr] = 2M = 2 \times 1.25 = 2.5\ mol/L$

$$Kc = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2} = \frac{2 \times 2}{(1)^2} = 4$$

س / ١٠٠٠

للتفاعل الغازي المتزن ($PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$) حيث انثالبي التفاعل 92.5 kJ/mol ، ما تأثير العوامل التالية على حالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان ..

١) خفض درجة الحرارة
٢) سحب PCl_3
٣) اضافة زيادة من Cl_2
٤) زيادة الضغط
٥) اضافة عامل مساعد

الحل

١) ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي ... وتقل قيمة Keq
٣) ينزاح التفاعل بالاتجاه الخلفي ... ولا تأثير على Keq

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

٧) يزاح نحو الاتجاه الامامي ... ولا تاثير على (K_{eq}) .
٨) يزاح نحو الاتجاه الخلفي ... ولا تاثير على (K_{eq}) .
٩) لا تاثير على حالة الاتزان وثابت الاتزان .

س/ ...
للتفاعل الغازي ($2SO_{3} \underset{ماص}{\overset{باعث}{\rightleftharpoons}} 2SO_2 + O_2$) حيث $\Delta H = -198.2\ KJ$
ماذا يحدث لتراكيز SO_2 و O_2 و SO_3 عند الاتزان بعد حدوث ما يلي ... ١) زيادة درجة الحرارة . ٢) خفض الضغط . ٣) زيادة [SO_2] . ٤) اضافة عامل مساعد .

الحل
لان التفاعل باعث للحرارة لذلك ...
١) انخفاض [SO_3] وزيادة [O_2] و [SO_2] .
٢) انخفاض [SO_3] وزيادة [O_2] و [SO_2] .
٣) زيادة [SO_3] ويقل [O_2] و [SO_2] بعد الزيادة ويزداد عند الاتزان
٤) ليس له تاثير على التراكيز .

س/ ...
للتفاعل الماص التالي $CaCO_{3(s)} \underset{باعث}{\overset{ماص}{\rightleftharpoons}} CO_{2(g)} + CaO_{(s)}$ ماذا يحدث للتفاعل المتزن بالحالات التالية .. ١) تقليل حجم الاناء . ٢) اضافة CaO . ٣) سحب $CaCO_3$. ٤) اضافة CO_2 . ٥) زيادة درجة الحرارة .

الحل
١) يزاح نحو الاتجاه الخلفي .
٢) لا يوجد تاثير ... لان CaO مادة صلبة .
٣) لا يوجد تاثير ... لان $CaCO_3$ مادة صلبة .
٤) يزاح نحو الاتجاه الخلفي .
٥) يزاح نحو الاتجاه الامامي (الماص للحرارة) .

س/ ...
في اناء مغلق حجمه (1L) اجري التفاعل الاتي $2HI_{(g)} \underset{K_b}{\overset{K_f}{\rightleftharpoons}} H_{2(g)} + I_{2(g)}$
عند $490°C$ كان ثابت سرعة التفاعل الامامي $K_f = 0.6256$ وثابت سرعة التفاعل الخلفي $K_b = 0.0136$ وان ثابت الاتزان للتفاعل بدرجة (872 K) يساوي 59 .. بيّن كيف يتأثر عدد مولات HI عند الاتزان بما يلي من الاجراءات ... ١) اضافة H_2 .
٢) انخفاض درجة الحرارة .
٣) اضافة بعض I_2 .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الحل

$T = 490 + 273 = 763\ K$

$$K_{eq} = \frac{K_f}{K_b} = \frac{0.6256}{0.0136} = 46$$

$K_{eq1} = 46 \longrightarrow 763\ K$

$K_{eq2} = 59 \longrightarrow 872\ K$

∴ التفاعل ماص لزيادة قيمة K_{eq} مع زياده درجات الحراره.

١) تزداد عدد مولات HI.
٢) انخفاض عدد مولات HI.
٣) انخفاض عدد مولات HI.

رحلة التفوق في السادس @

س١٠٠ /

١) للتفاعل ($N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 92\ KJ$) فان خفض درجة الحراره يؤدي الى زياده تركيز المواد ________.

٢) قيمة $K_c = 2\times10^{-15}$ بدرجة $500°C$ ولكن قيمتها بدرجة $200°C$ تساوي 4×10^{-12} .. فان ذلك يدل على ان التفاعل ________ للحراره.

٣) للتفاعل $CO + 2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH + 127\ KJ$ عندما يضاف (H_2) للنظام فان حراره التفاعل ________.

٤) في التفاعلات الانعكاسية الباعثة يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المتفاعلات في التفاعل عند ________ درجة الحراره.

٥) للتفاعل ($CO_{2(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$) فان ________ الضغط يزيد من استهلاك غاز CO_2.

٦) للتفاعل $N_2 + O_2 + 180\ KJ \rightleftharpoons 2NO$ فان رفع درجة الحراره يعمل على ________ قيمة Kc.

٧) التغير بـ ________ لايؤثر على حاله الاتزان للتفاعل المتزن الغازي $N_{2(g)} + O_{2(g)} + 18\ KJ \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$.

٨) للتفاعل (طاقة + $2HCl \rightleftharpoons Cl_2 + H_2$) يمكن زياده تركيز (HCl) عند ________ حراره التفاعل.

٩) للتفاعل ($2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$) وبدرجة معينة اذا كانت $K_P = 3$ والضغط الجزئي NO_2 يساوي (2) فان الضغط الجزئي N_2O_4 يساوي ________

١٠) للتفاعل $4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$ وبدرجة معينة وجد ان $Kc = 1\times10^{28}$ ، فهذا يدل ان موضع الاتزان يقع باتجاه تكوين ______ .

١١) عندما $Kp > Kc$ فان مجموع مولات المتفاعلات ______ من مجموع مولات النواتج

١٢) عندما $Q > Kc$ فان التفاعل يتجه نحو المواد ______ ؟ .

١٣) عند رفع الضغط الكلي على حالة الاتزان لتفاعل فيه عدد مولات الغازات المتفاعلة اصغر من عدد مولات غازات النواتج فان موضع الاتزان ينحرف باتجاه ______

١٤) العلاقة بين Kc وتراكيز النواتج علاقة ______ .

١٥) عند خفض الضغط لخليط متزن ($\Delta n = -1$) فالتفاعل ينزاح نحو ______ وثابت الاتزان Kc ______ .

١٦) تفاعل فيه $Kc = 4$ عند سحب النواتج من خليط الاتزان فان ثابت الاتزان ______ .

١٧) عندما $\Delta n =$ ______ لايكون الضغط المسلط على التفاعل الغازي تاثير على حالة الاتزان .

١٨) يترجح التفاعل ______ لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل .

١٩) للتفاعل الماص للحرارة ، تزداد تراكيز المواد الناتجة عند ______ درجة الحرارة .

٢٠) للتفاعل المتزن وجد ان $Kc = Kp / RT$ مما يدل على ان مجموع مولات المواد الغازية الناتجة لهذا التفاعل ______ من مجموع مولات المواد الغازية للمتفاعلات

الاجوبة

١) الناتجة	٨) خفض	١٥) المتفاعلات ، لايتأثر
٢) ياعث	٩) 3 atm	١٦) لايتأثر
٣) تزداد	١٠) النواتج	١٧) صفر
٤) زيادة	١١) أكبر	١٨) الخلفي
٥) تقليل	١٢) الناتجة	١٩) رفع
٦) زيادة	١٣) الخلفي	٢٠) أكبر
٧) الضغط	١٤) طردية	

* يجب حل الفراغات التي تكون بشكل مسألة حسابية

حل الفراغ رقم ٩ كما يلي .

$$Kp = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}} \Rightarrow 3 = \frac{(3)^2}{P_{N_2O_4}} \Rightarrow P_{N_2O_4} = \frac{9}{3} = 3\ atm$$

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

س..../ اختيارات

[1] قيمة Kc للتفاعل ($2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$) بدرجة $727^\circ C$ تبلغ 4.17×10^{-2} فان اتجاه التفاعل عند خلط 0.4M من SO_3 مع 0.1M من O_2 مع 0.02M من SO_2 تكون ..

أ - باتجاه المواد المتفاعلة
ب - " " الناتجة
ج - التفاعل بحالة اتزان .
د - كل الإجابات خاطئة .

[2] للتفاعل $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(s)}$ داخل وعاء مغلق فان كمية $CaCO_3$ تزداد عندما ..

أ - تزال CO_2
ب - يزداد الضغط الكلي
ج - تضاف كمية CaO
د - الإجابات كلها خاطئة .

[3] للتفاعل $I_2 + F_2 \rightleftharpoons 2IF$ فان $Kc = 1\times10^{6}$ بدرجة 200K فاذا كان الضغط الجزئي عند الاتزان 0.2 atm لغاز IF و 4×10^{-3} atm لغاز F_2 فان الضغط الجزئي لـ I_2 =

أ - 5×10^{4}
ب - 1×10^{-5}
ج - 1×10^{5}
د - كلها خاطئة .

[4] اذا كان Kc للتفاعل ($Li + \frac{1}{2}I_2 \rightleftharpoons LiI$) عند 300K هي 640.3 فان Kc للتفاعل ($2LiI \rightleftharpoons 2Li + I_2$) وبنفس الدرجة يساوي

أ - 25.3
ب - 41×10^{4}
ج - 15.6×10^{5}
د - كلها خاطئة

[5] عند مزج محلول K_2CrO_4 مع محلول HCl فانه يصل الى حالة الاتزان حسب المعادلة .. فاذا اردنا ان نحصل اللون البرتقالي هو السائد في الاناء فاننا ..

$$2CrO_{4\,(aq)}^{-2} + 2H^+_{(aq)} \rightleftharpoons Cr_2O^{-2}_{7\,(aq)} + H_2O_{(l)}$$

اصفر   برتقالي

أ - نضيف مزيد من H_2O
ب - نضيف HCl
ج - نضيف $K_2Cr_2O_7$
د - كلها خاطئة

[6] عند اضافة محلول NaOH الى المزيج السابق فاننا نتوقع ان يحدث

أ - زيادة بتركيز $Cr_2O_7^{-2}$
ب - زيادة تركيز H_2O
ج - نقص تركيز $Cr_2O_7^{-2}$
د - كلها خاطئة -

[7] للتفاعل $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 92KJ$ حيث $Kp = 5.5\times10^{-5}$ عند درجة $25^\circ C$ .. لذا فان Kc للتفاعل يساوي ..

أ - 22513.3
ب - 9×10^{4}
ج - 0.03
د - كلها خاطئة

@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

⑧ للتفاعل ($Br_2 \rightleftharpoons 2Br$) حيث Kp = 2558.4 عند الاتزان وبدرجة 4000 K وقيمة Kc للتفاعل بدلالة التراكيز المولارية 1.56 فان Kb تساوي

أ- 0.2 ب- 20 ج- 7.8 د- كلها خاطئة .

⑨ للتفاعل ($H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$) حيث Kp = 2 فان التفاعل يتجه نحو النواتج عندما تكون تراكيز المتفاعلات والنواتج بوحدة mol/L هي

أ- $[HI] = 0.1$, $[I_2] = 0.05$, $[H_2] = 0.05$

ب- $[HI] = 0.4$, $[I_2] = 0.1$, $[H_2] = 0.2$

ج- $[HI] = 0.001$, $[I_2] = 0.0002$, $[H_2] = 0.0025$

د- كلها خاطئة .

الاجوبة :-

① أ = باتجاه المواد المتفاعلة .

$$Q = \frac{(0.4)^2}{(0.02)\ (0.1)} = 4000$$

$\therefore Q > Kc$

∴ التفاعل خلفي باتجاه المتفاعلات

② ب = يزداد الضغط الكلي .

③ ب = 1×10^{-5} atm

$$\Delta n = 2-2 = 0 \Rightarrow Kp = Kc$$

$$1\times10^{6} = \frac{(0.2)^2}{(P_{I_2})(4\times10^{-3})} \Rightarrow P_{I_2} = \frac{0.04}{4\times10^{+3}} = 1\times10^{-5}\ atm$$

④ د = كل الاجابات خاطئة .

$$Kc_2 = \left(\frac{1}{640.3}\right)^2 = 24\times10^{-7}$$

⑤ ب = نضيف مزيد من HCl

لان اضافة HCl سيزيد من انتاج $Cr_2O_7^{-2}$ ذات اللون البرتقالي .

⑥ د = نقصان $[Cr_2O_7^{-2}]$

لان الماء المضاف سوف يتفاعل مع $Cr_2O_7^{-2}$ فيقل تركيزه مسبباً تغير اتجاه التفاعل بالاتجاه الخلفي فيقل تركيز $Cr_2O_7^{-2}$

⑦ د = 0.03

$$\Delta n = 2-4 = -2$$

$$Kc = Kp(RT)^{-\Delta n}$$

$$= 5.5\times10^{-5}\times(0.082\times298)^{-(-2)} = 0.03$$

⑧ أ = 0.2

$$\Delta n = 2-1 = +1$$

$$Kc = 2558.4\,(0.082\times4000)^{-1} = 7.8$$

$$Kc = \frac{Kp}{Kb} \Rightarrow Kb = \frac{1.56}{7.8} = 0.2$$

رحلة التفوق في السادس

Generated by CamScanner from intsig.com @A_M_Z_F

٩ د = كلها خاطئة

$Q = \frac{(0.1)^2}{(0.05)^2} = 4$ للفرع أ

$Q = \frac{(0.4)^2}{(0.2)(0.1)} = 8$ للفرع ب

$Q = \frac{(0.001)^2}{(0.0002)(0.0025)} = 2$ للفرع ج

لا توجد إجابة تكون فيها $Kc > Q$ ⟸ لكي يتجه التفاعل نحو النواتج

امثلة محلوله وغير محلوله ...

١ علل .. ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص على $Kc = 0.34$ و $Q = 1$ (١/٩٨)

٢ علل .. عندما $Kc = Kp/RT$ فان زيادة الضغط يرجح التفاعل الخلفي (٢/٩٩)

٣ علل .. ارتفاع الضغط لتفاعل فيه Δn ⊖ يرجح التفاعل الطردي (١/٢٠٠٤)

٤ ما التأثير المتوقع لحالة الاتزان وقيمة ثابت الاتزان للتفاعل الغازي الماص $(2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3)$ .. ١ عند تقليل الحجم . ٢ عند انخفاض درجة الحرارة مع ذكر السبب ... (١/٢٠٠٥)

٥ تفاعل متزن Δn , ΔH ذات قيم سالبة .. ماذا نفعل لزيادة المواد الناتجة ٢/٢٠٠٩

٦ للتفاعل الغازي الماص $2CO_2 \rightleftharpoons 2CO + O_2$ ما تأثير ما يلي على حالة وقيم ثابت الاتزان
١ خفض درجة الحرارة
٢ زيادة الضغط المسلط . (٢/٢٠٠٨)

٧ للتفاعل الغازي الباعث $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ .. ما تأثير ما يلي على حالة الاتزان وقيمة Keq
١ تسخين التفاعل
٢ زيادة الضغط المسلط ١/٢٠١٢

٨ املأ الفراغات التالية ...
أ - عند زيادة الضغط المسلط لخليط غازي فيه $\Delta n = -2$ فانه يؤدي لترجيح التفاعل ـــــ (١/٢٠١١)
ب - اذا انخفضت Kc لتفاعل غازي بارتفاع درجة الحرارة فان التفاعل هو ـــــ للحرارة (٢/٢٠٠٧)
ج - للتفاعلات الماصة يرجح التفاعل نحو زيادة النواتج عند ـــــ درجة الحرارة

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

AL AZ AL

الكيمياء

للصف السادس العلمي

الفصل الثالث

الاتزان الأيوني

رحلة التفوق في السادس @

اعداد

خالد عبد الحسن الانباري

07803465920

ثانوية المتميزين في الكاظمية / طالب السهيل

اقتن النسخة الاصلية والمنقحة فقط من

مكتبة الازل للطباعة والاستنساخ

الكاظمية . ساحة الزهراء . داخل مجمع الزهراء

07818041197 / 07818041198

@A_M_Z_F

Generated by CamScanner from intsig.com

رحلة التفوق في السادس @

الفصل الثالث ...

الاتزان الايوني

مقدمة .../
تعرف المحاليل بانها خليط متجانس لمادتين او اكثر ، حيث تسمى المادة الاكثر كمية بالمذيب والاقل كمية بالمذاب .

* يعرف المحلول المائي بانه مزيج متجانس ناتج من ذوبان مادة (مذاب) في الماء (مذيب) .
* يعتمد سلوك مكونات اي محلول على مايلي ../
  1. طبيعة المواد نفسها.
  2. طبيعة الوسط الذي يحتويها .

أصناف المواد .../

تصنف المواد اعتماداً على قابلية محاليلها للتوصيل الكهربائي الى نوعين ../

1. مواد الكتروليتية ../ مادة (حامض ، قاعدة ، املاح) يكون لمحلولها المائي او لمنصهرها قابلية التوصيل الكهربائي لاحتوائه على ايونات مثل كلوريد الصوديوم .

$$NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^{+1}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

2. مواد غير الكتروليتية ../ وهي المواد التي تكون محاليلها المائية او منصهرها غير موصلة للتيار الكهربائي لعدم قدرة الماء على تفكيك جزيئاتها التساهمية الى ايونات مثل السكر .

$$C_6H_{12}O_6\,_{(s)} \xrightarrow{H_2O} C_6H_{12}O_6\,_{(aq)}$$

ملاحظة ..
علل ../ سلوك $NaCl$ عند ذوبانه بالماء يختلف عن سلوكه عند الذوبان بالايثر

@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

صفات المواد الالكتروليتية (الالكتروليتات) ...:

1. قابلية التوصيل الكهربائي في حالاتها المنصهرة او عندما تكون موجودة على شكل محلول في مذيب مستقطب.
2. محصلة الشحنة الكهربائية لمحاليلها مساوية للصفر (متعادلة كهربائياً).
3. عند ذوبانها في مذيب مستقطب مثل الماء، فان محلولها سوف يتضمن ايونات موجبة وسالبة.
4. تعتمد قابلية المحلول الالكتروليتي للتوصيل الكهربائي على ما يلي..
   - أ- طبيعة الايونات المكونة له.
   - ب- تركيز الايونات. 2012/د
   - ج- درجة حرارة المحلول.

أصناف الالكتروليتات ...:

تصنف الالكتروليتات اعتماداً على التوصيل الكهربائي الى ما يلي..

1. الالكتروليت القوي ..: وهي المواد التي تنتج عند ذوبانها بالماء محاليل عالية التوصيل للكهربائية بسبب تفككها التام الى ايونات وتشمل الحوامض القوية والقواعد القوية والاملاح الذائبة بالماء.

الاملاح الذائبة	القواعد القوية	الحوامض القوية
جميع املاح الصوديوم والبوتاسيوم والامونيوم و $CaCl_2$ و $AgNO_3$ هي ذائبة.	هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$	الهيدروكلوريك HCl
كلوريد الصوديوم $NaCl$	هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	الهيدروبروميك HBr
كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$	هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$	الهيدرويوديك HI
كلوريد الزئبق II $HgCl_2$	هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$	الكبريتيك H_2SO_4
نترات البوتاسيوم KNO_3	هيدروكسيد الليثيوم $LiOH$	النتريك HNO_3
كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4		الكروميك H_2CrO_4
نترات الفضة $AgNO_3$		البيركلوريك $HClO_4$
كلوريد الامونيوم NH_4Cl		البرمنغنيك $HMnO_4$

مجلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

* هذه المواد تكون متأينة بشكل تام او شبه تام في المحاليل المائية ، وليس لها حالة اتزان ايوني ، وتكتب معادلاتها بسهم واحد (امامي) ..

$Na_2SO_{4(s)} \longrightarrow 2Na^+_{(aq)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)}$

$HCl_{(g)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$

* تحسب تراكيز الاصناف الايونية للالكتروليت القوي بشكل مباشر من تراكيز نفس الالكتروليت مع الاخذ بنظر الاعتبار عدد مولات الايونات بالمعادلة وكما يلي

$[H^+]$ = تركيز الحامض القوي × عدد المولات بالمعادلة

$[OH^-]$ = تركيز القاعدة القوية × عدد المولات بالمعادلة

ويمكن من خلال نفس العلاقة اعلاه حساب تركيز الالكتروليت القوي عندما يكون $[OH^-]$ او $[H^+]$ معلوماً بالسؤال .

مثال ..

احسب التراكيز المولارية الى Ba^{+2} ، OH^- لمحلول 0.03M لهيدروكسيد الباريوم

الحل

$Ba(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ba^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$

0.03	0	0
0	0.03	2×0.03

$[Ba^{+2}] = 0.03\ M$

$[OH^-] = 2 \times 0.03 = 0.06\ M$

ت 1 ..

احسب تراكيز الاصناف الايونية للمحاليل التالية 1 - 0.25M in HBr ‏2 - 0.055 مولاري من KOH ‏3 - 0.155M in $CaCl_2$ ؟ .

الحل

1

$HBr \longrightarrow H^+ + Br^-$

0.25	0	0
0	0.25	0.25

$[HBr] = 0.25\ M$

$[H^+] = [Br^-] = 0.25\ M$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

[2]

$$KOH \longrightarrow K^{+} + OH^{-}$$

0.055	0	0
0	0.055	0.055

$\Rightarrow [KOH] = 0.055M$

$[K^{+}] = [OH^{-}] = 0.055M$

[3]

$$CaCl_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2Cl^{-}$$

0.155	0	0
0	0.155	2X0.155

$\Rightarrow [CaCl_2] = 0.155M$

$[Ca^{+2}] = 0.155M$

$[Cl^{-}] = 0.31M$

مثال اضافي ..

اذا علمت ان تركيز ايونات الهيدروجين هي 1.2M ، احسب تركيز حامض الكروميك ؟

$$H_2CrO_4 \longrightarrow 2H^{+} + CrO_4^{-2}$$

0.6	1.2	0.6

$\Rightarrow [H_2CrO_4] = \frac{1.2}{2} = 0.6M$

ج) الالكتروليتات الضعيفة ... / وزاري

وهي المواد التي تنتج عند ذوبانها بالماء محاليل ضعيفة التوصيل الكهربائي لكونها تتأين جزيئاً في محاليلها المائية وتشمل الحوامض والقواعد الضعيفتين والاملاح الشحيحة.

الاملاح الشحيحة الذوبان	القواعد الضعيفة	الحوامض الضعيفة
كلوريد الفضة $AgCl$	امونيا NH_3	الهيدروفلوريك HF
فلوريد الكالسيوم CaF_2	مثيل امين CH_3NH_2	الهيدروسيانيك HCN
كلوريد الزئبق I Hg_2Cl_2	بريدين C_5H_5N	الخليك CH_3COOH
	انيلين $C_6H_5NH_2$	الفورميك $HCOOH$
		الهيدروكبريتيك H_2S
		الكبريتوز H_2SO_3
		النتروز HNO_2
		الكاربونيك H_2CO_3
		الفسفوريك H_3PO_4
		الاوكزاليك $H_2C_2O_4$
		الفينول C_6H_5OH

لاحظ بدقة ..
لا تضجر من حفظ هاذين الجدولين لانها مفتاح الحل للمسائل القادمة -

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

* تكون هذه المواد متأينة بشكل جزئي في محاليلها المائية ، لذا يظهر فيها حالة اتزان ايوني بين مكونات المحلول . وتكتب معادلاتها بشكل سهمين متعاكسين (تفاعلات انعكاسية) -

$$CH_3COOH_{aq} \rightleftharpoons H^+_{aq} + CH_3COO^-_{aq}$$

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+{}_{aq} + OH^-_{aq}$$

$$AgCl_{s} \rightleftharpoons Ag^+_{aq} + Cl^-_{aq}$$

س٤ ../ اكمل المعادلات بوضع ⟶ او ⇌ للتفاعلات التالية ؟

1. $HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + NO_3^-$
2. $CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$
3. $NH_4Cl + H_2O \longrightarrow NH_3 + H_3O^+ + Cl^-$
4. $HNO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + NO_2^-$
5. $Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$

(يوضع ⟶ للالكتروليت القوي و ⇌ للالكتروليت الضعيف)

الاتزان الايوني ../ حالة اتزان حركي ، يكون فيها سرعة التفاعل الامامي والخلفي متساوية ، وتكون جميع مكونات المحلول بحالة تفاعل مستمر مع بقاء تراكيزها ثابتة بثبوت درجة الحرارة .

ماصل الاتزان الايوني Kc ../

وهو حاصل ضرب التراكيز المولارية لنواتج التفاعل مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمتفاعلات عند حالة الاتزان ، مرفوعاً كل منها الى اس يمثل عدد مولات المكون في المعادلة الموزونة

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

$$Kc = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

(لاحظ بدقة .. قيمة Kc ثابتة بثبوت درجة الحرارة)

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال ../
من خلال التعبير الرياضي لحساب (Kc) لمحلول الامونيا المائي المخفف : اثبت حسابياً ان الماء لايدخل في حساب قيمة Kc للتفاعل التالي ../

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

الحل
يتم حساب التركيز المولاري للماء

$M(H_2O) = 2\times1 + 16 = 18\ g/mol$

$V = 1L$

∴ يزن اللتر الواحد من الماء 1000g

$\therefore m(H_2O) = 1000\ g$

$$M = \frac{m}{M\cdot V} = \frac{1000}{18\times1} = 55.55\ mol/L$$

$$K_{eq} = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3][H_2O]}$$

$$Kc = K_{eq}\times[H_2O] = K_{eq}\times 55.55$$

$$Kc = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

لاحظ بدقة ان التعبير عن الاتزان الايوني مشابه للاتزان الكيميائي

علل ../ لايدخل الماء في حساب حالة الاتزان الايوني ؟.
ج ../ لان تركيز الماء كبير جداً بالنسبة لتراكيز بقية اصناف المحاليل المائية فتبقى تركيزه ثابتاً .. كما ويمكن دمج قيمة تركيزه المولاري مع قيمة ثابت الاتزان وتكون القيمة الجديدة ثابتة وتمثل بـ (Kc) .

علل ../ تركيز ايونات الهيدروجين ضعف تركيز حامض الكبريتيك في محلوله المائي .
ج ../ لان عدد مولات الهيدروجين في المعادلة الموزونة هي ضعف عدد مولات الحامض

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

نظرية برونشتد في الحوامض والقواعد ../

حامض برونشتد ../ مادة لها القابلية على فقدان بروتون H^+ لتكوين قاعدة قرينة وتشمل الجزيئات المتعادلة (HCl) والايونات الموجبة (NH_4^+) والايونات السالبة (HSO_4^-)

قاعدة قرينة + بروتون ⇌ حامض

قاعدة برونشتد ../ مادة لها القابلية على اكتساب البروتون H^+ لتكوين حامض قرين وتشمل الجزيئات المتعادلة (NH_3) والايونات الموجبة $Fe(H_2O)_5(OH)_2^+$ والايونات السالبة (OH^-)

قاعدة + بروتون ⇌ حامض قرين

تعيين القرائن ../

لكل حامض قاعدة قرينة (ايون سالب) متعاكسان بالقوة ، ولكل قاعدة حامض قرين (ايون موجب) متعاكسان بالقوة ... فمثلاً القاعدة القرينة لحامض قوي تكون ضعيفة والقاعدة القرينة لحامض ضعيف تكون قوية ، ونفس الحال للقواعد .

القاعدة القرينة ../ المادة الناتجة بعد فقدان حامض برونشتد للبروتون مثل H^-

الحامض القرين ../ المادة الناتجة بعد اكتساب قاعدة برونشتد للبروتون مثل NH_4^+

مثال ../

حدد الحامض والقاعدة القرينة للتفاعلات التالية ../

[1]
$$CH_3COO^- + H_2O \rightarrow CH_3COOH + OH^-$$
قاعدة ، حامض ، حامض قرين ، قاعدة قرينة

[2]
$$HCl + NH_3 \rightarrow Cl^- + NH_4^+$$
حامض ، قاعدة ، قاعدة قرينة ، حامض قرين

[3]
$$H_2O + HBr \rightarrow H_3O^+ + Br^-$$
قاعدة ، حامض ، حامض قرين ، قاعدة قرينة

لاحظ بدقة ../
الماء يسلك سلوك امفوتيري حسب برونشتد

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال اضافي ../

اعطي قرائن المركبات التالية (HCOOH ، NH_3)

الحل

[1] $HCOOH \xrightarrow[\text{لانه حامض}]{-H^+} HCOO^-$

[2] $NH_3 \xrightarrow[\text{لانه قاعده}]{+H^+} NH_4^+$

علل ../ يعتبر الايون F^{-1} قاعده قرينة اقوى من Cl^{-1} ؟ .

ج ../ لان ايون F^{-1} هي قاعده قرينة للحامض الضعيف HF فتكون اقوى من ايون Cl^{-1} لانها قاعده قرينة لحامض قوي وهو HCl . وحسب نظرية برونشتد فان القاعده القرينة تتعاكس بالقوه مع الحامض

دل ../

اشر بعلامة حول الفقره الصحيحة وحسب الجدول المجاور .. ؟

عند التحول الجزئي

H_2O

OH^- ← → H_3O^+

يفقد H^+ - يكتسب H^+ | يفقد H^+ - يكتسب H^+

يسلك سلوك | يسلك سلوك

حامض - قاعده | حامض - قاعده

قوة الحامض والقاعدة حسب برونشتد ../

وتعتمد على العوامل التالية ../

[1] مدى قابلية الحامض على فقدان البروتون ، ومدى قابلية القاعده على اكتساب البروتون .

[2] الوسط الذي يحتوي هذه الاصناف .

لاحظ بدقة
توجد مفاهيم اخرى للحوامض والقواعد سوف يتم دراستها في الفصول اللاحقة

خالد عبد المحسن الانباري
ع/ المعتزين

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

تفكك الالكتروليتات الضعيفة ...

1] الحوامض الضعيفة .../ وهي الحوامض التي لا تتأين بشكل تام في محلولها المائي مثل حامض الخليك.

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$ → سبب الحامضية

* لها حالة اتزان ايوني ولها قيمة معينة لثابت تفككها ويرمز لها (Ka) فمثلاً للتفاعل العام التالي .../

$$HA_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$$

$$Ka = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

A^- = الجزء السالب من الحامض
HA = حامض ضعيف
Ka = ثابت تفكك الحامض

2] القواعد الضعيفة .../ وهي القواعد التي لا تتأين بشكل تام في محلولها المائي مثل الامونيا (هيدروكسيد الامونيوم)

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$ → سبب القاعدية

* لها حالة اتزان ايوني ولها قيمة معينة لثابت تفككها ويرمز لها (Kb) كما في التفاعل التالي ...

$$B_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons BH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$Kb = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

B = القاعدة الضعيفة
BH^+ = الحامض القرين
Kb = ثابت تفكك القاعدة

* لا يكتب الماء في علاقة Ka ولا Kb لانها قيمة ثابتة.

* وجود Ka او Kb بالسؤال دلالة على ان الالكتروليت ضعيف.

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال ..١/
اكتب علاقة الاتزان الايوني لحامض الفورميك مره والانيلين مره اخرى .؟
الحل

[1] $HCOOH \rightleftharpoons H^+ + HCOO^-$

$$Ka = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]}$$

[2] $C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+ + OH^-$

$$Kb = \frac{[C_6H_5NH_3^+][OH^-]}{[C_6H_5NH_2]}$$

لاحظ بدقة ..١/
يجب كتابة المعادله عند كتابة علاقة ثابت الاتزان .. صبح ليس من الضروري كتابة الماء بمعادله الحوامض ولكنه ضروري جداً عند كتابة معادله القواعد

علل ..١/ تعتمد قوه الحامض على قيمة Ka له .؟
ج ..١/ لان زياده قيمة Ka تعني زياده تركيز ايونات الهيدروجين الناتج للناتج الضروري اي زياده الحامضية

قوانين الحوامض والقواعد الضعيفتين ...١/

* يمكن من خلال Ka حساب $[H^+]$ ومن خلال Kb حساب $[OH^-]$ ثم حساب درجة التاين ..١/

* ثابت التاين (التفكك) = $\frac{[\text{المتاين}]^2}{[\text{الاصلي}]}$ ⟵ $Ka = \frac{[H^+]^2}{[\text{الحامض}]}$ ، $Kb = \frac{[OH^-]^2}{[\text{القاعده}]}$

* درجة التاين (التفكك) = $\frac{[\text{المتاين}]}{[\text{الاصلي}]}$ ⟵ درجة تاين الحامض = $\frac{[H^+]}{[\text{الحامض}]}$ ، درجة تاين القاعده = $\frac{[OH^-]}{[\text{القاعده}]}$

* % للتاين = $\frac{[\text{المتاين}]}{[\text{الاصلي}]} \times 100$

او % للتاين = درجة التاين $\times 100$

لاحظ بدقة ..١/
كل ماده لها ثابت او درجة او نسبة تاين فهي ضعيفة

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

حساب تراكيز الايونات للالكتروليت الضعيف ...!

وتتم عندما تكون Ka او Kb معلومة ، حيث يتم كتابة المعادلة ثم نحسب قيمة (X) ([H^+] او [OH^-]) عندما تكون المعادلة من الدرجة الثانية باحدى الطريقتين ....

1) التقريب ...! وهي يهمل تركيز الحامض قبل وبعد الاتزان متساوي وتهمل قيمة (X) .

تستخدم هذه الطريقة عند احد الحالتين ..!

أ - ان تكون النسبة المئوية للتاين اقل من 5%

ب - تكون K صغيرة (10^{-5} ، 10^{-6} ، 10^{-7} فما دون)

2) الدستور ...! وهي استخدام القانون التالي للمعادلة التالية ..!

$$aX^2 + bX + c = 0$$

$$X = \frac{-b \mp \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

حيث تستخدم الدستور باحد الحالتين ..

أ - عندما تكون النسبة المئوية للتاين اكثر من 5%

ب - عندما تكون K عالية 10^{-4} ، 10^{-3} ، 10^{-2} فما فوق

قانون التخفيف ...!

* عند تخفيف محلول الالكتروليت الضعيف بمقدار عشرة مرات فان درجة التاين او النسبة المئوية للتاين تزداد بمقدار ثلاث مرات .

* يطبق قانون التخفيف ($M_1 V_1 = M_2 V_2$) في الحالات التالية ..

1) عند اضافة حجم معين من الماء على المحلول او بالعكس

2) عند اضافة حجم معين (تركيز معين) من محلول على حجم معين (تركيز معين) لنفس المحلول فان احدهما سوف يخفف الاخر .

* اذا كان حجم احد المحلولين صغيراً جداً (1-10ml) فانه يهمل عند حساب V_2

رحلة التفوق في السادس @
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

* يمكن حساب عدد مرات التخفيف من خلال العلاقة ..

$$\text{عدد مرات التخفيف} = \frac{M_1 \ (\text{التركيز قبل التخفيف})}{M_2 \ (\text{التركيز بعد التخفيف})}$$

* ان العلاقة بين التركيز ودرجة التأين هي علاقة عكسية (كلما زاد التركيز يقل التفكك)

علل ../ تزداد درجة التأين للالكتروليت الضعيف عند التخفيف ؟ ت ٢٠١٩/١

ج ../ لان عند التخفيف يتم ازاحة موضع الاتزان لموقع جديد ، ولازالة هذا المؤثر الخارجي (التخفيف) وحسب قاعدة لوشاتيلية سوف يزداد تفكك المذاب فيقل الجزء الغير متفكك ويزداد الجزء المتفكك بوحدة الحجم والرجوع لحالة الاتزان

مثال اضافي ../

اذا علمت ان درجة تفكك حامض الفورميك (4.6%) وان نصف لتر منه يحتوي على 2.3 g من الحامض احسب ① $[H^+]$ ② تركيز الحامض الغير متفكك (المتبقي) ($C = 12$ ، $O = 16$ ، $H = 1$) ؟

الحل

① $M(HCOOH) = 2 \times 1 + 1 \times 12 + 2 \times 16 = 46 \ g/mol$

$$M = \frac{m \times 1000}{M \times V(ml)} = \frac{2.3 \times 1000}{46 \times 500} = 0.1 M$$

$$HCOOH \rightleftharpoons HCOO^- + H^+$$

0.1	0	0
0.1 − x (يهمل)	x	x

$$\% \text{للتأين} = \frac{x}{[\text{الحامض}]} \times 100 \Rightarrow 4.6 = \frac{x}{0.1} \times 100$$

$x = 4.6 \times 10^{-3} \ mol/L$

② $[\text{المتبقي من الحامض}] = 0.1 - 4.6 \times 10^{-3} = 0.095 \ M$

رحلة التفوق في السادس @
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

مثال /..

احسب $[H^+]$ في $0.1\,M$ من المحلول المائي لحامض الخليك ودرجة التأين والنسبة المئوية لتفكك الحامض علماً ان K_a للحامض يساوي 1.8×10^{-5} ؟

الحل

نكتب المعادلة /..

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

التركيز الابتدائي	0.1	0	0
التركيز النهائي	$0.1 - \underset{\text{تهمل}}{x} \simeq 0.1$	x	x

$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$1.8\times10^{-5} = \frac{(x)(x)}{0.1} \quad \text{بالتقريب}$$

$$x = \sqrt{1.8\times10^{-6}} = 1.3\times10^{-3}$$

$$\therefore [H^+] = 1.3\times10^{-3}\ mol/L$$

$$\text{درجة التفكك} = \frac{[\text{المتاين}]}{[\text{الحامض}]} = \frac{1.3\times10^{-3}}{0.1} = 0.013$$

$$\%\ \text{للتاين} = 0.013\times100$$

$$= 1.3\%$$

لاحظ بدقة..
في الاتزان الايوني تكون الغرضية بمرحلتين فقط هي التركيز الابتدائي والنهائي

لاحظ بدقة /..

$$K_a = \frac{x^2}{[\text{الحامض}]}$$

$$K_b = \frac{x^2}{[\text{القاعدة}]}$$

مثال /..

احسب درجة التفكك والنسبة المئوية للتاين لحامض الهيدروفلوريك HF حيث $K_a = 6.8\times10^{-4}$ في محلولها المائي الذي تركيزه أ- $0.1M$ ب- $0.01M$ ، ثم بيّن ما هي العلاقة بين النسبة المئوية للتاين وتركيز المحلول ؟

الحل

أ-

$$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$$

التركيز الابتدائي	0.1	0	0
التركيز النهائي (عند الاتزان)	$0.1 - x$	x	x

$$K_a = \frac{[H^+][F^-]}{0.1 - x}$$

نستخدم الدستور ان K_a عالية..

$$6.8\times10^{-4} = \frac{(x)(x)}{0.1 - x}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$x^2 = (6.8 \times 10^{-5}) - (6.8 \times 10^{-4} x)$

$\therefore x^2 + 6.8 \times 10^{-4} x - 6.8 \times 10^{-5} = 0$

$$x = \frac{-b \mp \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-(6.8 \times 10^{-4}) \mp \sqrt{(6.8 \times 10^{-4})^2 - 4 \times (-6.8 \times 10^{-5})}}{2}$$

$x = 7.91 \times 10^{-3}\ mol/L = [H^+]$

* تهمل القيمة السالبة ويتم الاعتماد على القيمة الموجبة لـ x فقط

$$\text{درجة التفكك} = \frac{[H^+]}{\text{التركيز الابتدائي}} = \frac{7.91 \times 10^{-3}}{0.1} = 0.079$$

$$\text{النسبة المئوية للتأين} = \frac{[H^+]}{\text{التركيز الابتدائي}} \times \%100$$

$$= \frac{7.91 \times 10^{-3}}{0.1} \times \%100 = \%7.91$$

ب-

$$6.8 \times 10^{-4} = \frac{(x)(x)}{0.01 - x}$$

$\therefore x^2 + (6.8 \times 10^{-4} x) - (6.8 \times 10^{-6}) = 0$

$$x = \frac{-6.8 \times 10^{-4} \mp \sqrt{(6.8 \times 10^{-4})^2 - 4 \times (6.8 \times 10^{-6})}}{2}$$

$x = 2.29 \times 10^{-3}\ mol/L = [H^+]$

$$\text{درجة التفكك} = \frac{2.29 \times 10^{-3}}{0.01} = 0.229$$

$$\text{النسبة المئوية للتأين} = \frac{2.29 \times 10^{-3}}{0.01} \times \%100 = \%22.9$$

∴ عند تخفيف المحلول بمقدار عشرة مرات تزداد درجة التأين بمقدار ثلاث مرات ، حيث عند التخفيف يقل الغير متفكك ويزداد المتفكك حيث يزاح موقع الاتزان لموقع جديد لازالة تأثير التخفيف حسب قاعدة لوشاتيليه .

* تزداد درجة التفكك عند تخفيف المحلول ، فيقل تركيزه ، فيقل $[H^+]$ ويبقى K ثابتة

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال ..

احسب [OH^-] ودرجة التاين والنسبة المئوية للتاين للمحلول المائي للامونيا الذي تركيزه 0.2M علماً ان Kb = 1.8×10^{-5} ؟

الحل

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

0.2	/	0	0	[الابتدائي]
0.2−X	/	X	X	[النهائي]

$$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$ بالتقريب

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(X)(X)}{0.2}$$

$$X^2 = 0.2 \times 1.8 \times 10^{-5}$$

$$X = 1.9 \times 10^{-3}\ mol/L = [OH^-]$$

درجة التاين = $\frac{[OH^-] \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي}}$

$$= \frac{1.9 \times 10^{-3}}{0.2}$$

$$= 0.0095$$

% للتاين = $100 \times \frac{1.9 \times 10^{-3}}{0.2}$

$$= \%0.95$$

س ..

احسب [H^+] في المحلول المائي لحامض الهيدروسيانيك تركيزه 0.2M علماً ان Ka = 4.9×10^{-10} ؟

الحل

$$HCN \rightleftharpoons CN^- + H^+$$

0.2	0	0	التركيز الابتدائي
0.2−X (تهمل)	X	X	التركيز النهائي

$$Ka = \frac{[CN^-][H^+]}{[HCN]}$$

بالتقريب لان Ka صغيره

$$4.9 \times 10^{-10} = \frac{(X)(X)}{0.2}$$

$$X = 0.99 \times 10^{-5}$$

$$\simeq 1 \times 10^{-5}\ mol/L = [H^+]$$

لاحظ بدقة .. وجود Ka دلاله على ان الحامض ضعيف

س ..

احسب [H^+] في المحلول المائي للفينول C_6H_5OH (Ka = 1.3×10^{-10}) الذي تركيزه (أ) 0.2M . (ب) بعد تخفيفه لمئة مره . ؟

الحل

(أ) نكتب المعادله

$$C_6H_5OH \rightleftharpoons H^+ + C_6H_5O^-$$

0.2	0	0	التركيز الابتدائي
0.2−X	X	X	التركيز النهائي

@A_M_Z_F

$$K_a = \frac{[H^+][C_6H_5O^-]}{[C_6H_5OH]} = \frac{(x)(x)}{(0.2-x)} = 1.3\times10^{-10}$$

نستخدم التقريب لان K_a اقل من 10^{-5}

$$1.3\times10^{-10} = \frac{x^2}{0.2} \Rightarrow [H^+] = x = 0.51\times10^{-5}\,M$$

2

$$\text{عدد مرات التخفيف} = \frac{M_1\ (\text{التركيز قبل التخفيف})}{M_2\ (\text{التركيز بعد التخفيف})}$$

$$100 = \frac{0.2}{M_2} \Rightarrow M_2 = \frac{0.2}{100} = 2\times10^{-3}\,M = 0.002\,M$$

$$C_6H_5OH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + C_6H_5O^-_{(aq)}$$

0.002	0	0	الابتدائي
$0.002-x$ (تهمل)	x	x	النهائي

$$1.3\times10^{-10} = \frac{x^2}{0.002} \Rightarrow x^2 = 26\times10^{-14} = 0.26\times10^{-12}$$

$$x = 0.51\times10^{-6}\,M$$

* يمكن استخدام قانون التخفيف لحساب التركيز الجديد ..

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$0.2\times V = M_2 \times 100V \Rightarrow M_2 = \frac{0.2}{100} = 0.002\,M$$

س ٤ / ...

احسب درجة تاين المحلول المائي للانيلين C_6H_7N ($K_b = 3.8\times10^{-10}$) وتركيزه $0.1M$ ؟

* لاحظ بدقة .. ان المعادلة لا تعطى بالسؤال ويجب على الطالب كتابتها

الحل

$$C_6H_7N_{(aq)} + H_2O \rightleftharpoons C_6H_7NH^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

0.1	0	0	الابتدائي
$0.1-x$ (تهمل)	x	x	النهائي

$$K_b = \frac{[C_6H_7NH^+][OH^-]}{[C_6H_7N]}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

$$3.8 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{0.1 - X} \quad \text{(يهمل)} \Rightarrow X = [OH^-] = 0.62 \times 10^{-5}\ M$$

$$\text{درجة التاين} = \frac{[OH^-]}{[\text{القاعدة}]} = \frac{0.62 \times 10^{-5}}{0.1} = 6.2 \times 10^{-5}$$

س١٦ / ...

اذا علمت ان قيمة (Ka) لحامض البروبونيك (C_2H_5COOH) تساوي 1.3×10^{-5} وماهي النسبة المؤية لتفكك الحامض في محلوله المائي ذو تركيز $0.65M$ .. ؟ .

الحل

$C_2H_5COOH \rightleftharpoons$	$C_2H_5COO^-$	$+ H^+$	
0.65	0	0	قبل التفاعل
$0.65 - X$ (يهمل)	X	X	عند الاتزان

$$1.3 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.65} \Rightarrow X^2 = 0.845 \times 10^{-5} = 8.45 \times 10^{-6} \quad \text{(بالجذر)}$$

$$X = [H^+] = 2.9 \times 10^{-3}\ mol/L$$

$$\text{درجة التاين} = \frac{[H^+]}{[\text{الحامض}]} = \frac{2.9 \times 10^{-3}}{0.65} = 4.46 \times 10^{-3}$$

$$\%\ \text{للتاين} = \frac{2.9 \times 10^{-3}}{0.65} \times 100 = 0.45\ \%$$

س١٧ / ...

يتاين حامض الخليك في محلوله المائي ذو التركيز $0.01M$ بمقدار 4.2% احسب ثابت تاين الحامض ؟ .

الحل

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

0.01	X	X

$$\%\ \text{للتاين} = \frac{[H^+]}{[\text{الحامض}]} \times 100$$

$$4.2 = \frac{[H^+]}{0.01} \times 100$$

$$[H^+] = 42 \times 10^{-5}\ mol/L$$

$$Ka = \frac{X^2}{[\text{الحامض}]}$$

$$Ka = \frac{(42 \times 10^{-5})^2}{0.01}$$

$$Ka = 1.76 \times 10^{-5}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س.../

درجة تفكك (0.1 M) من حامض HCN هي (0.01%) احسب ثابت تأين الحامض..؟.

الحل

$$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$$

0.1 x x

$$\% \text{ للتأين} = \frac{[H^+]}{[\text{الحامض}]} \times 100$$

$$0.01 = \frac{[H^+]}{0.1} \times 100 \Rightarrow [H^+] = 1\times10^{-5}\ mol/L$$

$$Ka = \frac{x^2}{[\text{الحامض}]} = \frac{(10^{-5})^2}{0.1} = 1\times10^{-9}$$

رحلة التفوق في السادس @

امثلة غير محلولة.../

1 مثال.../

محلول للامونيا تركيزه (0.05 M) وقيمة $Kb = 1.8\times10^{-5}$ احسب 1 % للتأين

2 تركيز الامونيا المتبقي.؟.

2 مثال.../

اذيب 15.8 g من البريدين ($M = 79$ g/mol) بالماء المقطر، واكمل الحجم الى 200 ml احسب.. % للتأين علماً $Kb = 1.6\times10^{-9}$ ؟.

3 مثال.../

درجة تأين محلول 0.05M لحامض الخليك هي 0.02 ، كم ستصبح درجة تأين هذا الحامض عندما تصبح تركيزه 0.2 M ؟.

4 مثال.../

احسب التركيز المولاري للانيلين $C_6H_5NH_2$ الذي درجة تفككه 2×10^{-4} علماً ان $Kb = 4\times10^{-10}$.

5 مثال.../

النسبة المئوية لتفكك حامض ضعيف HA تركيزه 0.1M تساوي 1% احسب عدد مرات التي يخفف اليها محلول الحامض لتصل النسبة المئوية الى 2% .

6 مثال.../

اي من محاليل الانيلين (0.1M او 0.01M) له درجة تأين اكبر ؟.

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الحوامض أحادية البروتون .../

وهي الحوامض التي ينتج كل جزيئة واحده منها بروتون واحد فقط عند تفككه في الماء .. ويمكن ان يكون الحامض ضعيف او قوي مثل حامض الخليك

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

* تمتلك ثابت تفكك واحد فقط (للضعيفة منها) لانها تمتلك هيدروجين واحد فقط قابل للتاين .

الحوامض المتعدده البروتون .../

وهي الحوامض التي يمكن لكل جزيئة منها ان ينتج بروتون او اكثر ، وعلى مراحل متعدده .. وغالباً مايكون البروتون الناتج من الخطوه الاخيره ضعيف مثل حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ والفسفوريك H_3PO_4 .

* الحوامض المتعدده .. قد يكون ثنائية البروتون ($H_2C_2O_4$) او ثلاثية البروتون (H_3PO_4) .. ويكون لكل بروتون ثابت تفكك خاص به ، حيث يرمز للاول Ka_1 وللثاني Ka_2 وللثالث Ka_3 وهكذا .. ويكون تسلسل قيم ثوابت التفكك لها كما يلي

$$Ka_1 > Ka_2 > Ka_3$$

فمثلاً لحامض الاوكزاليك ثابتين للتفكك (تفاعلين تفكك)

1) $H_2C_2O_4 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HC_2O_4^-$

$$Ka_1 = \frac{[H_3O^+][HC_2O_4^-]}{[H_2C_2O_4]} = 5.37 \times 10^{-2}$$

2) $HC_2O_4^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + C_2O_4^{-2}$

$$Ka_2 = \frac{[H_3O^+][C_2O_4^{-2}]}{[HC_2O_4^-]} = 5.1 \times 10^{-2}$$

$\Rightarrow Ka_1 > Ka_2$

علل ../ وزاري

قيم ثوابت تفكك الحامض متعدد البروتون تقل باستمرار تفاعلات التاين ؟

ج ../ وذلك بسبب نقصان قابلية الاصناف التي تحمل شحنة سالبة على فقدان بروتون موجب الشحنة لزيادة التجاذب الالكتروستاتيكي بين ايونات الشحنات المختلفة .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال../
اكتب التعبير عن ثابت الاتزان لحامض الفسفوريك ، ثم رتبها حسب الزيادة

$$H_3PO_4 + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + H_2PO_4^- \Rightarrow Ka_1 = \frac{[H_3O^+][H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]}$$

$$H_2PO_4^- + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HPO_4^{-2} \Rightarrow Ka_2 = \frac{[H_3O^+][HPO_4^{-2}]}{[H_2PO_4^-]}$$

$$HPO_4^{-2} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + PO_4^{-3} \Rightarrow Ka_3 = \frac{[H_3O^+][PO_4^{-3}]}{[HPO_4^{-2}]}$$

$$\therefore Ka_1 > Ka_2 > Ka_3$$

س 15 .../
يعتبر حامض النيكوتينيك من الحوامض العضوية الضعيفة احادي البروتون ، وصيغته HA .. فاذا كان المحلول المائي له عند حالة الاتزان مكونة $[HA] = 0.049\,M$ $[H^+] = [A^-] = 8.44 \times 10^{-4}\,M$ .. احسب Kc ؟ .

الحل

$$HA_{aq} \rightleftharpoons H^+_{aq} + A^-_{aq}$$

$$Ka = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \frac{(8.4 \times 10^{-4})^2}{0.049} = 1.44 \times 10^{-5}$$

امثلة محلولة وغير محلولة .../

1 مثال../
اكتب معادلات تفكك حامض الكبريتوز H_2SO_3 في الماء .. موضحاً اي خطوة لها اكبر ثابت تفكك ولماذا ؟.

2 علل / 1 يقل ثابت تفكك H_3PO_4 كلما زادت عدد (H^+) المتأينة منه
2 لحامض الفورميك HCOOH له (Ka) واحده بينما لحامض H_2CO_3 له قيمتين Ka ؟ .

3 املأ الفراغات ../
أ- ثابت تفكك HS^- هو ـــــ من ثابت تفكك H_2S ، وثابت تفكك H_2CO_3 هو ـــــ من ثابت تفكك HCO_3^- .
ب- تزداد درجة تفكك حامض ضعيف بالتخفيف وان حامضيته سوف ـــــ .

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

التأين الذاتي للماء .../

وهو تفاعل كيميائي ، ينتقل فيه بروتون من جزيئة ماء الى جزيئة اخرى ، ويكون ناتج هذه العملية في الماء النقي اعداد متساوية من ايون H_3O^+ و OH^- .

* هي عملية برتنه ذاتية (انتقال بروتون ذاتياً) وهي المسؤوله عن الصفة الامفوتيرية للماء

* وجد ان الماء النقي موصل للتيار الكهربائي وبدرجة صغيرة جداً ، وهذا دليل على وجود ايونات سالبة وموجبة ناتجة من تأين الماء بمدى بسيط .

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

$$K = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

KW = ثابت تأين الماء

$$KW = [H^+][OH^-]$$

لان $[H_2O]$ قيمة ثابتة

* وجد ان $[H^+] = [OH^-]$ ويساوي 1×10^{-7} في الماء المقطر .. وعندها يمكن ايجاد قيمة KW (بدرجة $25^\circ C$)

$$KW = (1\times10^{-7})(1\times10^{-7}) = 1\times10^{-14}$$

احفظ

$$[H^+][OH^-] = 1\times10^{-14}$$

$$KW = 1\times10^{-14}$$

* يستفاد من هذه العلاقة في حساب $[H^+]$ بدلالة $[OH^-]$ وبالعكس .
* ان العلاقة بين $[H^+]$ و $[OH^-]$ علاقة عكسية حيث كلما زاد احدهما يقل الاخر ليصبح حاصل ضربهما دائماً مساوياً 1×10^{-14} .. وبها ثلاث حالات .../

1. $[H^+] = [OH^-] = 1\times10^{-7}\ mol/L \Rightarrow$ المحلول متعادل
2. $[H^+] > [OH^-] \Rightarrow [H^+] > 10^{-7} M \Rightarrow$ المحلول حامضي
3. $[H^+] < [OH^-] \Rightarrow [H^+] < 1\times10^{-7} M \Rightarrow$ المحلول قاعدي

* الماء النقي هو محلول متعادل .
* عند اضافة حامض للماء النقي يزداد $[H^+]$ ويقل $[OH^-]$. ولكن عند اضافة قاعدة فسوف يقل $[H^+]$ ويزداد $[OH^-]$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال/..

احسب تراكيز H^+ ، OH^- في 0.05M من محلول حامض النتريك HNO_3 ؟.

الحل

$$HNO_3 \xrightarrow{\text{تأين تام}} H^+ + NO_3^-$$

	HNO_3	H^+	NO_3^-
	0.05	0	0
	0	0.05	0.05

$\therefore [H^+] = 0.05\ mol/L$

$$[H^+][OH^-] = 1\times10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{5\times10^{-2}}$$

$$[OH^-] = 0.2\times10^{-12}\ mol/L$$

س/..

احسب $[H^+]$ في محلول يحتوي على ايونات OH^- بتركيز ① 0.01M ② 2×10^{-9}M ؟.

الحل

① $[H^+][OH^-] = 1\times10^{-14} \Rightarrow [H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{0.01} = 1\times10^{-12}\ M$

② $[H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{2\times10^{-9}} = 5\times10^{-6}\ M$

س/..

للمعادلة التالية التي هي بحالة اتزان بين جزيئات الماء وايوناته .. اجب عمايلي

① هل يتأثر هذا النظام بتغير درجة الحرارة .. ② ما قيمة ثابت الحاصل الايوني للماء بدرجة 25°C .. وكم تركيز $[H^+]$ و $[OH^-]$ في الماء النقي ؟.

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

الحل

① نعم يتأثر... فعند ارتفاع درجة الحرارة يزداد تفكك الماء

②

$$K_W = 1\times10^{-14}$$

$[H^+] = [OH^-] = 1\times10^{-7}\ M$ .. في الماء النقي

مثال اضافي/..

احسب $[H^+]$ لمحلول يحتوي $200\ ml$ منه على 0.85g من $Ba(OH)_2$ (M = 171 g/mol) .

الحل

$$M = \frac{m\times1000}{M\times V} = \frac{0.85\times1000}{171\times200} = 0.025\ M$$

$$Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$$

	$Ba(OH)_2$	Ba^{+2}	$2OH^-$
	0.025	0	0
	0	0.025	0.05

$[OH^-] = 2\times0.025 = 0.05\ M$

$$\Rightarrow [H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{0.05} = 2\times10^{-13}\ M$$

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

الاس الهيدروجيني (الدالة الحامضية) PH ---/

طريقة ملائمة لقياس او للتعبير عن تركيز ايون الهيدروجين ، خصوصاً للتراكيز الصغيرة بدلالة سالب لوغاريتم التركيز المولاري لايون الهيدروجين في المحلول .

* عند اضافة المصطلح (P) قبل اي رمز .. فانه يمثل سالب لوغاريتم ذلك الرمز ويدعى داله (P) .. ($P_{(الرمز)} = -\log$ (الرمز)) ..

* يستفاد من هذه الطريقة .. للتعبير عن حامضية (PH) او قاعدية (PoH) عندما تكون $[H^+]$ ، $[OH^-]$ معلومة وكما يلي ..

تحفظ

$PH = -\log[H^+]$	$Pka = -\log ka$
$PoH = -\log[OH^-]$	$Pkb = -\log Kb$
$Pkw = -\log kw$	$Pksp = -\log Ksp$

$$PKw = 14$$

* يمكن حساب $[H^+]$ عندما تكون PH معلومة وحساب $[OH^-]$ عندما PoH معلومة من خلال العلاقتين ---/

$$[H^+] = 10^{-PH}$$

$$[OH^-] = 10^{-PoH}$$

* ترتبط PH مع PoH من خلال العلاقة التالية ../

$$PH + PoH = 14$$

الاشتقاق

$$[H^+][OH^-] = 1\times10^{-14}$$

$$\log[H^+] + \log[OH^-] = \log 1\times10^{-14}$$

$$(-\log[H^+]) + (-\log[OH^-]) = -\log 1\times10^{-14}$$

$$PH + PoH = 14$$

* يكون حاصل جمع PH و PoH دائماً 14 .. اي ان العلاقة بينهما عكسية كلما زادت احدهما تقل الاخرى .. حتى لو كانت احدهما قيمة سالبة وهذا للمحاليل المخففة بدرجة 25°C .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

* يمكن التعرف على طبيعة المحلول من خلال قيم PH ، POH وكما يلي

① $PH = POH = 7$ المحلول متعادل

② $PH < POH \Rightarrow PH < 7 < POH \Rightarrow$ المحلول حامضي

③ $PH > POH \Rightarrow PH > 7 > POH \Rightarrow$ المحلول قاعدي

POH →	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PH →	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$[H^+]$ →	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}	10^{-14}
$[OH^-]$ →	10^{-14}	10^{-13}	10^{-12}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1

← زيادة الحامضية — متعادل — زيادة القاعدية →

PH اقل من 7 — PH=7 — PH اكثر من 7

* العلاقة بين PH و $[H^+]$ هي علاقة عكسية .. فكلما زادت PH فان $[H^+]$ تقل والعكس صحيح .

ملخص القوانين

$$\text{درجة التاين} = \frac{X}{[\text{الاصلي}]}$$

$$\%\ \text{للتاين} = \frac{X}{[\text{الاصلي}]} \times 100$$

$$Ka = \frac{X^2}{[\text{الحامض}]}$$

$$Kb = \frac{X^2}{[\text{القاعدة}]}$$

$$\text{عدد مرات التخفيف} = \frac{M_1}{M_2}$$

$$PH = -\log[H^+]$$
$$POH = -\log[OH^-]$$

$$14 = POH + PH$$

$$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[H^+] = 10^{-PH}$$

$$[OH^-] = 10^{-POH}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال ١٠٠

احسب قيمة PH في محلول تركيز ايونات الهيدروجين يساوي (0.05 mol/L)

الحل

$$PH = -\log\{H^+\} = -\log 0.05 = 1.3$$

مثال ١٠٠

اذا كانت PH لمحلول تساوي 3.301 ، احسب تركيز H^+ (log5 = 0.7)

الحل

$$\{H^+\} = 10^{-PH}$$

$$\{H^+\} = 10^{-3.301}$$

$$= 10^{-3.301} \times 10^{-4} \times 10^{+4}$$

$$= 10^{0.7} \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-4}\ mol/L$$

لاحظ بدقة ١٠٠
للتخلص من الاس الكسري السالب نضرب في 10 لاس هو اعلى اقرب عدد صحيح مره بالسالب ومره بالموجب

مثال ١٠٠

احسب $\{H^+\}$ ، PH ، $\{OH^-\}$ ، POH لمحلول 0.015M من حامض الهيدروكلوريك HCl علماً (log15 = 1.18).

الحل

$$HCl \xrightarrow{\text{تاين تام}} H^+ + Cl^-$$

∵ الحامض قوي اي يحصل له تفكك تام

$$\therefore \{H^+\} = 0.015\ M$$

$$PH = -\log\{H^+\} = -\log 15\times10^{-3} = -(1.18 - 3) = 1.82$$

$$\because PH + POH = 14$$

$$POH = 14 - 1.82 = 12.18$$

$$\because \{H^+\}\{OH^-\} = 1\times10^{-14}$$

$$\{OH^-\} = \frac{1\times10^{-14}}{0.015} = 6.7\times10^{-13}\ mol/L$$

٦

س ١٠٠

احسب قيمة PH للمحاليل التالية ① $6\times10^{-4}\ mol/L$ كحامض HCl . ② 0.03M من حامض الكبريتيك علماً .. (log6 = 0.778) .

الحل

①

$$HCl \xrightarrow{\text{تفكك تام}} H^+ + Cl^-$$

@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

$\therefore [H^+] = 6 \times 10^{-4} M$

$pH = -\log[H^+] = -(\log 6 \times 10^{-4})$

$= -(\log 6 - 4 \log 10)$

$pH = -(0.778 - 4) = 3.222$

(2) $H_2SO_4 \xrightarrow{\text{تأين تام}} 2H^+ + SO_4^{-2}$

0.03	0	0
0	2×0.03	0.03

رحلة التفوق في السادس @

$\therefore [H^+] = 2 \times 0.03 = 0.06 \, mol/L$

$pH = -\log[H^+] = -(\log 0.06) = -(\log 6 \times 10^{-2})$

$= -(0.778 - 2) = 1.222$

ت ٧/.. $(\log 4.7 = 0.68)$

اذا علمت ان pH لحامض النتريك يساوي 3.32 احسب مولارية المحلول؟.

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3.32} \times 10^{+4} \times 10^{-4} = 10^{0.68} \times 10^{-4}$

$\therefore [H^+] = 4.7 \times 10^{-4} \, mol/L$

∵ حامض النتريك من الحوامض احادي البروتون القوية

$\therefore [H^+] = [HNO_3] = 4.7 \times 10^{-4} \, mol/L$

ت ٨/..

اكمل الجدول التالي .. ثم اذكر العلاقة بين pH , pOH ؟

المحلول	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH	pOH
0.15 M HI	0.15	6×10^{-10}	0.82	13.18
0.06 M RbOH	16×10^{-10}	0.06	12.78	1.22
0.02 M $Ba(OH)_2$	0.25×10^{-12}	0.04	12.6	1.4
0.0003 M $HClO_3$	0.0003	33×10^{-8}	3.52	17.52

ومنها نلاحظ العلاقة العكسية بين pH , pOH بحيث يصبح دائماً مجموعهما مساوياً 14 ($pH + pOH = 14$)

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

س ٩../ احسب قيم $[H^+]$ ، pH ، $[OH^-]$ ، pOH للمحلول المائي ال $Ca(OH)_2$ الذي تركيزه $0.015M$ وهل المحلول حامضي ام قاعدي ولماذا ($\log 0.33 = -0.48$)

الحل

$$Ca(OH)_2 \xrightarrow{\text{تاين تام}} Ca^{+2} + 2OH^-$$

التركيز الابتدائي	0.015	0	0
التركيز النهائي	0	0.015	2×0.015

$\therefore [OH^-] = 2 \times 0.015 = 0.03\ mol/L$

$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$

$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{3 \times 10^{-2}} = 0.33 \times 10^{-12}\ mol/L$

$pH = -\log [H^+]$

$= -\log 0.33 \times 10^{-12} = -(\log 0.33 - 12) = -(-0.48 - 12)$

$\therefore pH = 12.48$

$pH + pOH = 14$

$pOH = 14 - 12.48 = 1.52$

∴ المحلول قاعدي لان pH له اكبر من 7

لاحظ بدقة.. يتم الامتحان على pH فقط عند تحديد نوع المحلول حامضي ام قاعدي ام متعادل

س ٦../ للمحاليل التي فيها $[H^+]$ معلوم احسب مايلي .. (أ) قيمة الاس الهيدروجيني. (ب) اي المحاليل حامضي ام قاعدي ام متعادل. (ج) احسب $[OH^-]$. (د) احسب قيمة pOH ($\log 0.88 = -0.055$) ($\log 2 = 0.3$)

المحاليل .. (1) $[H^+] = 8.8 \times 10^{-1} M$. (2) $[H^+] = 2 \times 10^{-4} M$. (3) $[H^+] = 1 \times 10^{-7} M$. (4) $[H^+] = 5 \times 10^{-9} M$. (5) $[H^+] = 3.6 \times 10^{-11} M$.

الحل ..

(1)

$pH = -\log 8.8 \times 10^{-1} = 0.055$ المحلول حامضي

$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{8.8 \times 10^{-1}} = 0.11 \times 10^{-13}\ mol/L$

$pOH = 14 - 0.055 = 13.945$

(2)

$pH = -\log 2 \times 10^{-4} = 3.7$ المحلول حامضي

$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-2}} = 0.5 \times 10^{-10}\ mol/L$

$pOH = 14 - 3.7 = 10.3$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

(3)
$$PH = -\log[H^+] = -\log 1\times10^{-7} = 7$$ المحلول متعادل
$$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-7}} = 1\times10^{-7}\ mol/L$$
$$POH = 14-7 = 7$$

(4)
$$PH = -\log 5\times10^{-9} = 8.3$$ المحلول قاعدي
$$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{5\times10^{-9}} = 0.2\times10^{-5}\ mol/L \quad (\log 5 = 0.7)$$
$$POH = 14-8.3 = 5.7$$

(5)
$$PH = -\log 3.6\times10^{-11} = 10.44$$ المحلول قاعدي
$$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{3.6\times10^{-11}} = 0.27\times10^{-3}\ mol/L \quad (\log 3.6 = 0.55)$$
$$POH = 14 - 10.44 = 3.56$$

س ٧ ... ١

اكمل الفراغات في الجدول الاتي ... (المعلوم هو تراكيز المحاليل)

محلول	$[H_3O^+]$	$[OH^-]$	PH	POH
0.15 M HI	0.15	6.7×10^{-14}	0.82	13.18
0.15 M HF	97.6×10^{-4}	1×10^{-12}	2	12
0.06 M RbOH	16×10^{-10}	0.06	12.8	1.2
0.05 M $Ca(OH)_2$	1×10^{-13}	0.1	13	1
0.75 M NH_4OH	0.27×10^{-11}	3.6×10^{-3}	11.57	2.43

بالدستور

نحتاج لكل من HF معرفة قيمة Ka له لمعرفة $[H^+]$ واما NH_4OH معرفة Kb لايجاد $[OH^-]$ وكما يلي

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$0.75 \qquad x \qquad x$$
$$1.8\times10^{-5} = \frac{x^2}{0.75}$$
$$x = 3.67\times10^{-3} M = [OH^-]$$

$$HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$$
عند الاتزان
$$0.15 \qquad x \qquad x$$
$$6.8\times10^{-4} = \frac{x^2}{0.15-x}$$
بالدستور
$$x^2 + 6.8\times10^{-4}x - 1.02\times10^{-4} = 0$$
$$x = [H_3O^+] = 97.6\times10^{-4} M$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س١.. اكمل الفراغات التالية (المعلوم تحته خط) ؟.

$[H_3O^+]$	PH	$[OH^-]$	POH	
0.00014	3.84	6.9×10^{-11}	10.16	1
0.25×10^{-12}	12.61	0.0407	1.39	2
1×10^{-11}	11.1	0.0012	2.9	3
0.29×10^{-4}	4.53	3.4×10^{-10}	9.47	4

مثال اضافي ١..

احسب pH محلول 0.01M من حامض البنزويك C_6H_5COOH علماً ان $Ka = 6.4\times10^{-5}$ (log 8 = 9) ؟.

الحل

$$C_6H_5COOH \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + H^+$$

0.01	0	0
$0.01 - x$ (تهمل)	x	x

$$Ka = \frac{x^2}{[C_6H_5COOH]}$$

$$6.4\times10^{-5} = \frac{x^2}{0.01}$$

$$x = 8\times10^{-2}\ M\ [H^+]$$

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pH = -\log 8\times10^{-4}$$

$$pH = -(0.9-4)$$

$$pH = 3.1$$

مثال اضافي ١..

احسب pH محلول يحتوي 100ml منه على 0.4 g من NaOH (16 = O ، 23 = Na ، 1 = H) ؟.

الحل

$$M(NaOH) = 23+16+1 = 40\ g/mol$$

$$M = \frac{m\times1000}{M\times V(ml)}$$

$$M = \frac{0.4\times1000}{40\times100} = 0.1M$$

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

0.1	0.1	0.1

$$[OH^-] = 0.1M$$

$$POH = -\log[OH^-] = -\log10^{-1} = 1$$

$$PH = 14-1 = 13$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

عند اضافة حامض فان ΔPH = −
عند اضافة قاعدة فان ΔPH = +

حساب التغير في الدالة الحامضية ΔPH ...!

يتم حساب PH محلول بعد اضافة كمية من الماء اليه من خلال حساب التركيز الجديد بقانون التخفيف..

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

رحلة التفوق في السادس @

يتم حساب ΔPH من خلال العمل بما يلي ...!

أ - حساب PH_1 للمحلول الاصلي قبل الاضافة
ب - حساب PH_2 للمحلول الجديد بعد الاضافة بعد حساب التركيز الجديد بقانون التخفيف.
ج - نطبق العلاقة ...!

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$
بعد قبل

* عندما يضاف للماء (PH = 7) مادة حامضية فان PH ستقل بعد التغير
* عندما تضاف للماء (PH=7) مادة قاعدية فان PH ستزداد بعد التغير
* تكون اشارة ΔPH سالبة اذا كان المضاف مادة حامضية ، وتكون موجبة اذا كان المضاف مادة قاعدية .

* يمكن حساب التركيز المولاري من القانون التالي ..

$$M = \frac{n}{V(L)} = \frac{m}{M \times V(L)} = \frac{m \times 1000}{M \times V(ml)}$$

مثال اضافي ...!
تم اضافة 0.1 mol من حامض ضعيف الى (1L) من الماء فتغيرت PH بمقدار (4) وحدات احسب Ka ؟.

الحل

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.1}{1} = 0.1M$$

$$Ka = \frac{(10^{-3})^2}{0.1} = 1\times10^{-5}$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$
$$-4 = PH_2 - 7$$
$$PH_2 = 3$$
$$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-3}M$$

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

س٧ ../
احسب كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم ($M = 56\ g/mol$) اللازم اضافتها الى 200 ml من الماء المقطر لتصبح PH = 11 . ؟

الحل

$$PH + POH = 14$$
$$POH = 14 - 11 = 3$$
$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-3}\ M$$
$$KOH \xrightarrow[\text{تام}]{\text{تاين}} K^+ + OH^-$$
$$10^{-3} \qquad 10^{-3} \qquad 10^{-3}$$
$$M = \frac{m \times 1000}{M \times V(ml)} \Longrightarrow m = \frac{10^{-3} \times 56 \times 200}{1000} = 0.0112\ g$$

لاحظ بدقة ../
يمكن معرفة تركيز الحامض القوي من خلال $[H^+]$ او معرفة تركيز القاعدة القوية من خلال $[OH^-]$

س٨ ../
احسب PH محلول الناتج من تخفيف 1 ml من 13.6 M من حامض الهيدروكلوريك الى لتر واحد من الماء . ؟ (log 136 = 2.134)

الحل

$$M_1V_1 = M_2V_2$$
$$13.6 \times 0.001 = M_2 \times 1$$
$$M_2 = 0.0136\ mol/L$$
$$HCl \xrightarrow[\text{تام}]{\text{تاين}} H^+ + Cl^-$$
$$0.0136 \qquad 0.0136 \qquad 0.0136$$
$$PH = -\log[H^+] = -\log 136 \times 10^{-4} = -(2.134 - 4) = 1.866$$

لاحظ بدقة ..
عند تخفيف حجم صغير جداً (1-10) ml باضافة (1L) من الماء (1000ml) فان V_2 يبقى 1000ml ويهمل الحجم الصغير .

امثلة غير محلولة ../

☐ فراغات وزارية .

م - PH للانيلين = ٩ ، ودرجة تاينة = 4×10^{-5} فان قيمة ثابت التاين له يساوي ـــــ . ؟ ١/٩٨

ب - PH محلول KOH تركيزه $10^{-3}M$ يساوي ـــــ ٢/٩٨

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

جـ - التغير في pH الماء عند اضافة 1ml من 10M من حامض HCl الى لتر واحد منه يساوي ــــــ ؟ 8.00/د

د - قيمة pH لمحلول 0.005M لحامض H_2SO_4 = ــــــ ؟ 2.00/د

هـ - حامض HCl تركيزه 10M فان pOH له = ــــــ ؟ 10.00/د

[3] ما عدد غرامات $Ba(OH)_2$ (M = 171 g/mol) في 100ml على ان pH = 11 ؟

[4] احسب درجة تاين محلول لحامض ضعيف ناتج من اذابة (0.01mol) منه في 100ml من الماء المقطر على ان pOH = 10 ؟

[4] ما حجم الماء اللازم اضافته الى لتر واحد من محلول البريدين (C_5H_5N) تركيزه 0.4M لتنخفض $[OH^-]$ الى النصف ($K_b = 10^{-9}$) ؟

[5] pH محلول تركيزه 0.01M من C_6H_5OH هي (6) احسب درجة التاين عند تركيز 0.04M ؟ (6.00/د)

[6] احسب pH الى 100ml من 0.01M من حامض HBr بعد اضافة 400ml من الماء المقطر اليه (log 2 = 0.3) ؟

[7] ما عدد المرات التي يخفف فيها محلول HNO_3 (pOH = 12) لتصبح قيمة pH = 4 ؟

[8] احسب درجة تاين لتر واحد من محلول حامض ضعيف اسه الهيدروجيني يساوي 4.7 وقيمة $K_a = 5\times10^{-10}$ (log 2 = 0.3) ؟ 7.00/د

[9] اذا علمت ان $[H_2S]$ = 0.1M .. احسب pH له .. ثم احسب تراكيز الايونات S^{-2} ، HS^- على ان ($K_{a1} = 9.1\times10^{-8}$) ($K_{a2} = 1.3\times10^{-13}$) ؟

[10] كم عدد المللي لتر لمحلول 10M لحامض الكروميك H_2CrO_4 اللازم اضافته الى لتر واحد من الماء المقطر لتغير pH بمقدار خمس وحدات ؟

[11] احسب التغير في pH الى 200ml من الماء المقطر بعد اضافة 0.04mol من حامض الخليك حسب $K_a = 2\times10^{-5}$ (log 2 = 0.3) (9.00/د)

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

التمزوب .../ هو تفاعل الماده مع المذيب المستعمل لاذابتها .

الاملاح .../ هي الماده الناتجة من اتحاد الجزء السالب للحامض مع الجزء الموجب للقاعده .

التحلل المائي .../ عملية تفاعل الصنف المذاب مع جزيئات الماء ، عندما يكون الماء هو المذيب وهي على نوعين هما .../

① تحلل مائي للتفاعل مع H^+ .../

وهي تفاعل الجذر السالب (القاعده القرينة) للحامض الضعيف مع جزيء الماء وتكوين الحامض الضعيف غير المتاين وتكوين محلول قاعدي

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$$

جذر سالب للحامض — حامض ضعيف غير متاين — حصول زيادة من OH^-

② تحلل مائي للتفاعل مع OH^- .../

وهو تفاعل الجذر الموجب (الحامض القرين) للقاعده الضعيفة مع جزيء الماء وتكوين القاعده الضعيفة غير المتاينة وتكوين محلول حامضي

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH + H^+$$

جذر موجب للقاعده — قاعده ضعيفة غير متاينة — حصول زيادة من H^+

> لاحظ بدقة .. ان التحلل المائي يحصل عند تفاعل القرين القوي مع H^+ او OH^- للماء وحصول تغير في PH

التحلل المائي للاملاح .../ تفاعل انعكاسي (له حاله اتزان ايوني) لاحد ايونات الملح او كلاهما مع الماء وتكوين محلول ذو تاثير حامضي او قاعدي او متعادل

أنواع الاملاح .../

① املاح القواعد القوية والحوامض القوية .../

وهي الاملاح الناتجة من اتحاد الايون الموجب للقاعده القوية مع الايون السالب للحامض القوي وتكوين محاليل متعادله مثل المحلول المائي $NaCl$

$$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

لاحظ ان Na^+ ، Cl^- قرائن ضعيفة لاتستطيع التفاعل مع H^+ او OH^- وبذلك لايحصل تغير في PH لايحصل تحلل مائي فيبقى $[H^+] = [OH^-]$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

علل.. / المحاليل المائية للحوامض والقواعد القويتين تكون متعادلة ؟

ج.. / لانه ليس لاي من ايوناتها (الموجبة والسالبة) القابلية للتفاعل مع جزيئات الماء وجعل الاتزان بين H^+ و OH^- يضطرب فلا تتحلل مائياً.

* يمكن ان يكتب التعليل بعدة اشكال (ملح NaCl يعطي محاليل مائية متعادلة) او (لايتحلل NaCl مائياً) او (لاتتغير pH الماء عند اذابة NaCl فيه) او (يعتبر NaCl متعادل التاثير على الدلائل الكيميائية) وهي تشمل جميع الاملاح المتعادلة ... ولها نفس الجواب اعلاه.

٢) املاح القواعد القوية والحوامض الضعيفة ... /

وهي الاملاح المشتقة من القواعد القوية والحوامض الضعيفة في الماء، ويكون المحلول الناتج ذو صفة قاعدية مثل (CH_3COONa).

يتفكك ملح خلات الصوديوم، فيتفاعل جذر الخلات (قاعدة قرينة قوية) مع ايونات H^+ وتكوين حامض الخليك، فتقل كمية H^+ فتتأين جزيئات الماء لتعويض النقص، مسبباً زياده في OH^- فيصبح المحلول قاعدي وتزداد قيمة pH.

$$CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} Na^+ + CH_3COO^-$$

حامض قرين ضعيف (Na^+) — قاعدة قرينة قوية (CH_3COO^-)

$$CH_3COO^- + H^+ \rightleftharpoons CH_3COOH$$

$$H_2O \rightleftharpoons OH^- + H^+$$

اتجاه ازاحة موضع الاتزان

$$[H^+] < [OH^-]$$

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^- \quad (\text{زياده في } OH^-)$$

* للاملاح القاعدية ثابت اتزان يرمز له Kh ويعبر عنه حسب التفاعل اعلاه كما يلي..

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

علل.. / الاملاح المشتقة من القواعد القوية والحوامض الضعيفة تكون قاعدية ؟

ج.. / لتفاعل القاعدة القرينة القوية للحامض الضعيف مع ايونات H^+ مسبباً نقصاً فيها، فيتأين الماء لتعويض النقص وتكوين زياده من OH^-

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

* يمكن ان يكتب التعليل حول اي ملح قاعدي وبعدة اشكال منها (ملح فلات الصوديوم في الماء يعطي محلول قاعدي) او (تزداد PH الماء عند ذوبان ملح فلات الصوديوم بالماء) ... الخ

العلاقة بين Kh ، Ka ، KW .../

الاشتقاق

$$A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$$

$$Kh = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$ بضرب البسط والمقام $[H^+]$

$$Kh = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} \times \frac{[H^+]}{[H^+]}$$ بترتيب المعادلة

$$Kh = \frac{[HA]}{[A^-][H^+]} \times \frac{[OH^-][H^+]}{1}$$

$$\because KW = [H^+][OH^-]$$

$$Ka(HA) = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]}$$

⟹ تعوض في قيمة Kh

$$Kh = \frac{1}{Ka} \times \frac{KW}{1}$$

$$\therefore Kh = \frac{KW}{Ka}$$

Kh = ثابت التحلل المائي للايون السالب (القاعدة القرينة)

Ka = ثابت تفكك الحامض الضعيف للملح

KW = ثابت التأين المائي (1×10^{-14})

$$\therefore PKh = PKW - PKa$$

حساب $[H^+]$ ، PH للاملاح القاعدية .../

$$\because Kh = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$ (للاملاح القاعدية)

$$\because [HA] = [OH^-]$$

$$\because [A^-] = C =$$ تركيز الملح

⟹ تعوض في Kh

$$\therefore Kh = \frac{[OH^-]^2}{C}$$

$\because K_h = \frac{K_w}{K_a}$

$\therefore \frac{K_w}{K_a} = \frac{[OH^-]^2}{C}$

$[OH^-] = \sqrt{C \times \frac{K_w}{K_a}}$

$\because [H^+] = \frac{K_w}{[OH^-]}$

$$\therefore [H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$$

لاحظ بدقة..
يجب معرفة نوع الملح في الحسابات من خلال..
أ- المقارنة في $[H^+]$ و $[OH^-]$
ب- من قيمة PH
ج- من صيغة الملح
د- عند وجود K_h للايون الموجب فهو حامضي و K_h للايون السالب فهو قاعدي

$\because PH = -\log H^+$

$PK_w = -\log K_w$

$PK_a = -\log K_a$

$\therefore -\log[H^+] = \sqrt{\frac{(-\log K_w)(-\log K_a)}{\log C}}$

$-\log[H^+] = \sqrt{(-\log K_w)(-\log K_a) + \log C}$

$$\therefore PH = \frac{1}{2}(PK_w + PK_a + \log C)$$

مثال..

ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح خلات الصوديوم علماً ان $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

الحل

$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = 5.6 \times 10^{-10}$

* لاحظ بدقة ..

ان العلاقة بين K_a , K_h هي علاقة عكسية .. فاذا كانت K_a صغيره فان K_h تكون عالية اي ان الملح يتحلل بدرجة عالية والعكس بالعكس.

رحلة التفوق في السادس @
Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال - ١

احسب قيمة PH لمحلول ملح خلات الصوديوم تركيزه (0.01M) وبدرجة $25°C$ علماً ان Ka لحامض الخليك تساوي 1.8×10^{-5} (log 1.8 = 0.255) ؟

الحل -

∵ الملح قاعدي (ناتج من قاعدة قوية NaOH وحامض ضعيف CH_3COOH)

$$\therefore PH = \frac{1}{2}(PKw + PKa + \log c)$$

$$= \frac{1}{2}(-\log Kw - \log Ka + \log c)$$

$$= \frac{1}{2}(-\log 1\times10^{-14}) - \log 1.8\times10^{-5} + \log 0.01$$

$$= \frac{1}{2}(14 + 4.74 - 2) = 8.37$$

ت ١ - ...

احسب تركيز ايون الهيدروكسيد للمحلول المائي لملح سيانيد البوتاسيوم (KCN) علماً ان $Ka(HCN) = 4.9\times10^{-10}$ تركيزه (0.1 mol/L) وهل المحلول حامضي ام قاعدي (log 4.9 = 0.7) ؟

الحل

$$[H^+] = \sqrt{\frac{Kw \times Ka}{c}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{1\times10^{-14} \times 4.9\times10^{-10}}{0.1}} = \sqrt{49\times10^{-24}} = 7\times10^{-12}\ M$$

$$[H^+][OH^-] = 1\times10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{7\times10^{-12}} = 0.14\times10^{-2}\ M$$

يمكن من خلال قيمة $[OH^-]$ وهنا يكون $[H] < [OH]$ فيكون المحلول قاعدي .

$$PH = \frac{1}{2}(PKw + PKa + \log c)$$

$$= \frac{1}{2}(-\log 10^{-14} + (-\log 4.9\times10^{-10}) + \log 0.1$$

$$\frac{1}{2}(14 + (+9.3) + (-1)) = 11.15$$

المحلول قاعدي

حل آخر

$$PH = -\log 7\times10^{-12}$$

$$= -(\log 7 - 12)$$

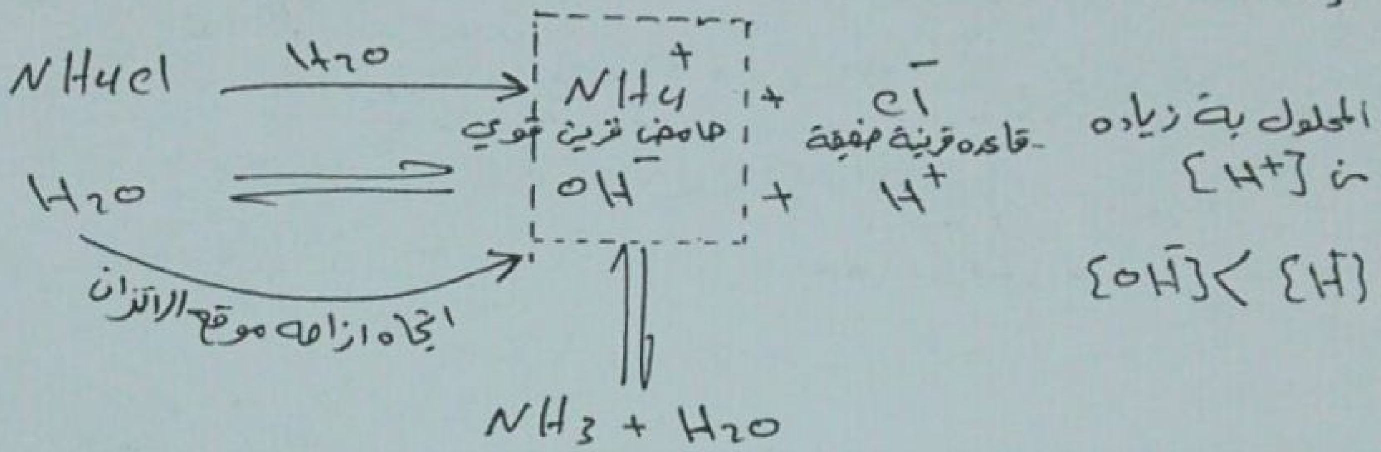
$$= -(0.84 - 12) = 11.15$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

(٣) املاح القواعد الضعيفة والحوامض القوية ...

وهي الاملاح المشتقه من القواعد الضعيفة والحوامض القوية في الماء ، ويكون المحلول الناتج ذو صفة حامضية مثل NH_4Cl .

* يتفكك ملح كلوريد الامونيوم (المشتق من حامض قوي HCl وقاعده ضعيفة NH_3 (NH_4OH)) كما يلي ..



حيث يتفاعل ايون الامونيوم NH_4^+ (حامض قرين قوي) مع ايونات OH^- مكوناً جزيئات الامونيا وماء ، مسبباً نقصاً في ايون OH^- فيتاين الماء لتعويض هذا النقص ، مما يؤدي حصول زياده من ايون H^+ فيصبح المحلول حامضي .

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

* للاملاح الحامضية ثابت اتزان يسمى ثابت التحلل المائي ويرمزله كذلك (Kh) ويعبر للتفاعل اعلاه بالشكل التالي

$$Kh = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$$

علل.. / الاملاح المشتقة من القواعد الضعيفة والحوامض القوية تكون حامضية ؟ .

ج ..../ وذلك لتفاعل الحامض القرين القوي للقاعده الضعيفة مع ايونات OH^- مسبباً نقصاً في OH^- فيتأين الماء لتعويض النقص وحصول زياده من ايونات H^+ في المحلول .

* يمكن ان يكتب التعليل حول اي ملح حامضي وبعده اشكال منها (المحلول المائي لكلوريد الامونيوم حامضي) او (ذوبان NH_4Cl بالماء يقلل من قيمة pH) ...

@A_M_Z_F

العلاقة بين Kw ، Kb ، Kh ...!

$$M^+ + H_2O \rightleftharpoons MOH + H^+$$

$$K_h = \frac{[MOH][H^+]}{[M^+]}$$

[MOH] = تركيز القاعده
[M^+] = تركيز الملح غير المتحلل
Kh = ثابت التحلل المائي للايون الموجب (الحامض القرين)

$$K_h = \frac{K_w}{K_b}$$

حساب [H^+] ، PH للاملاح الحامضية ...!

لنفس المعادله اعلاه فان ..!

$[MOH] = [H^+]$
$[M^+] = C$
⟹ (تركيز الملح = C) تعوض في Kh

$$K_h = \frac{[MOH^+][H^+]}{[M^+]} = \frac{[H^+]^2}{[M^+]} = \frac{[H^+]^2}{C} = \frac{K_w}{K_b}$$

$$\therefore [H^+] = \sqrt{\frac{C \times K_w}{K_b}}$$

$$\therefore PH = \frac{1}{2}(PK_w - PK_b - \log C)$$

مثال ..!

احسب PH لمحلول كلوريد الامونيوم تركيزه 0.2 mol/L علماً (قيمة Kb للامونيا هي 1.8×10^{-5}) (log 1.8 = 0.255) (log 0.2 = -0.7) ؟ .

الحل

الملح حامضي (لانة مشتق من قاعده ضعيفة وحامض قوي)

$$\therefore PH = \frac{1}{2}(PK_w - PK_b - \log C)$$

$$PH = \frac{1}{2}(14 + \log 1.8 \times 10^{-5} - \log 0.2)$$

$$PH = \frac{1}{2}(14 - 4.74 - (-0.7)) = 4.98$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س١١ ٠٠٠/

احسب pOH لمحلول نترات الامونيوم ($PKb_{NH_3} = 4.74$) بتركيز 0.5 M وهل المحلول حامضي او قاعدي ($\log 5 = 0.7$)

الحل

يعتبر الملح حامضي (لانه ناتج من قاعدة ضعيفة وحامض قوي)

$$PH = \frac{1}{2}(PKw - PKb - \log C)$$

$$PH = \frac{1}{2}(14 - 4.74 - \log 0.5)$$

$$= \frac{1}{2}(14 - 4.74 + 0.3) = 4.78$$

$$PH + POH = 14$$

$$POH = 14 - 4.78 = 9.22$$

∴ المحلول حامضي لان (PH اقل من 7)

٤ املاح القواعد والحوامض الضعيفة ٠٠٠/

وهي املاح ذائبة بالماء .. تحتوي ايونات موجبة وسالبة لها القدرة للتفاعل مع جزيئات الماء .. وتعتمد طبيعة الملح على Ka و Kb .

> لاحظ بدقة .. يتم التعرف على نوع الملح .. بتفاعله مع الماء ، فيرتبط H^+ مع الشق السالب للملح و OH^- مع الشق الموجب مكوناً الحامض والقاعدة المتكون منها .. وطبيعة الملح تتبع القوي منها .

س٢ ٠٠٠/

في المحاليل للمواد التالية ، هل سيكون المحلول حامضي ام قاعدي ام متعادل ولماذا؟

١ NH_4Cl ، ٢ Na_2SO_4 ، ٣ CH_3COOK ، ٤ CaF_2 ، ٥ .. $MgSO_4$ ٦ KCl .. ؟ .

الحل

١ حامضي .. لانه مشتق من حامض قوي (HCl) وقاعدة ضعيفة (NH_4OH) .

٢ متعادل .. لانه مشتق من حامض قوي (H_2SO_4) وقاعدة قوية $NaOH$.

٣ قاعدي .. " " " حامض ضعيف (CH_3COOH) " " KOH

٤ قاعدي .. " " " " " (HF) " " $Ca(OH)_2$

٥ متعادل .. " " " حامض قوي H_2SO_4 مع قاعدة قوية $Mg(OH)_2$

٦ متعادل .. " " " " " (HCl) " " KOH

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ٦ ..

احسب pH ، [OH⁻] لمحاليل الاملاح التالية ..

1. 0.1M من سيانيد الصوديوم NaCN علماً ($Ka_{HCN} = 4.9 \times 10^{-10}$) ، log 4.9 = 0.7 ؟

الحل

∴ الملح قاعدي (لانه ناتج من قاعدة قوية وحامض ضعيف)

$$pH = \frac{1}{2}(pK_w + pK_a + \log c)$$
$$= \frac{1}{2}(-\log 10^{-14} + (-\log 4.9 \times 10^{-10}) + \log 0.1)$$
$$= \frac{1}{2}(14 + 9.3 - 1) = 11.15$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{c}} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 4.9 \times 10^{-10}}{0.1}} = \sqrt{49 \times 10^{-24}} = 7 \times 10^{-12}\ M$$

$$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{7 \times 10^{-12}} = 0.14 \times 10^{-2}\ M$$

2. 0.25M من نترات الامونيوم NH_4NO_3 علماً ($Kb_{NH_3} = 1.8 \times 10^{-5}$) ، log 1.8 = 0.255 ، log 0.25 = -0.6 ؟

الحل

∴ الملح حامضي (لانه مشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة)

$$pH = \frac{1}{2}(pK_w - pK_b - \log c)$$
$$= \frac{1}{2}(-\log 10^{-14} - (-\log 1.8 \times 10^{-5}) - \log 0.25$$
$$= \frac{1}{2}(14 - 4.74 + 0.6) = 4.93$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \cdot C}{K_b}} = \sqrt{\frac{1 \times 10^{-14} \times 0.25}{1.8 \times 10^{-5}}} = 1.2 \times 10^{-5}\ mol/L$$

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14} \Longrightarrow [OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.2 \times 10^{-5}} = 0.83 \times 10^{-9}\ M$$

3. 0.5M من نترات الصوديوم $NaNO_3$ ؟

الحل ∴ الملح متعادل (لانه مشتق من حامض وقاعدة قويتين)

∴ pH = 7

$$\therefore [OH^-] = [H^+] = 1 \times 10^{-7}\ mol/L$$

Generated by CamScanner from intsig.com
التفوق في السادس @A_M_Z_F

قوانين التحلل المائي للاملاح

التمذوب

- حامض قوي + قاعده ضعيفة ← ملح حامضي
- ملح متعادل
- قاعده قوية + حامض ضعيف ← ملح قاعدي

ملح حامضي

$[OH^-] < [H^+]$

$K_h = \frac{K_w}{K_b}$

$K_h = \frac{[H^+]^2}{C}$

$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times C}{K_b}}$

$PH = 1/2(PK_w - PK_b - \log C)$

ملح متعادل

$[H^+] = [OH^-] = 1\times10^{-7}$

$K_w = 1\times10^{-14}$

$PK_w = 14$

$PH = POH = 7$

ملح قاعدي

$[OH^-] > [H^+]$

$K_h = \frac{K_w}{K_a}$

$K_h = \frac{[OH^-]^2}{C}$

$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}}$

$PH = 1/2(PK_w + PK_a + \log C)$

> لاحظ بدقة: ان قوانين التمذوب هي لحساب PH و $[H^+]$ للمحاليل ذات المذاب الواحد فقط ويجب ان يكون المذاب ملح

تعاليل وزارية ... /١

① تنخفض قيمة PH للماء المقطر عند اذابة نترات الامونيوم فيه (١-٠-١/٢)

ج. ١/٠.. لان نترات الامونيوم ملح مشتق من حامض قوي وقاعده ضعيفة فيتفاعل الحامض القرين القوي للقاعده الضعيفة مع ايونات OH^- مسبباً نقصاً في OH^- فيتاين الماء لتعويض النقص وحصول زياده في ايونات H^+ فتنخفض قيمة PH للتناسب العكسي

$NH_4NO_3 \rightarrow NH_4^+ + NO_3^-$

(قرين قوي) (قرين ضعيف)

$H_2O \rightleftharpoons OH^- + H^+$

$\Rightarrow NH_4OH + H^+$

لزيادة $[H^+]$ تقل PH

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس @A_M_Z_F

12 تركيز ايون الخلات اقل من تركيز ايون البوتاسيوم في المحلول المائي لخلات البوتاسيوم (٢٠٠٠ / ٢)

ج / لان ايون الخلات قاعدة قرينة قوية تتفاعل مع الماء (مع H^+) فيقل تركيزها عن تركيز ايونات البوتاسيوم التي لا تتفاعل مع الماء (مع OH^-) لانها حامض قرين ضعيف.

$CH_3COOK \longrightarrow CH_3COO^- + K^+$

$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

فراغات وزارية /

1 pH لاحد الاملاح = 5 وثابت تفكك الالكتروليت الضعيف المشتق منه الملح 1×10^{-5} فان تركيز الملح هو ـــــ ؟ (٢٠٠٦ / ٢)

2 تركيز حامض الهيدروكلوريك 10M فان pOH له تساوي ـــــ ؟.

3 لتر من محلول احد الاملاح حيث pH = 12 وثابت التحلل المائي 5×10^{-5} فان عدد مولات الملح هي ـــــ ؟ (٢٠١٠ / ١)

4 قيمة pH لمحلول 0.1M من NH_4Cl هي ـــــ حيث ان قيمة Kb لمحلول الامونيا 1×10^{-5} (٢٠١٢ / ٢)

اذا كانت PH > 7 > PH

أمثلة غير محلولة /

1 مثال ٩٩ / ١

لتر من محلول حامض الخليك تركيزه 0.2M ودرجة التفكك المئوية 1% ولتر من خلات البوتاسيوم تركيزه 0.2M .. احسب PH لكل محلول ؟.

2 مثال ٢٠٠٦ / ١

اذا علمت ان PH احد الاملاح يساوي 11 وان ثابت تحلله المائي 10^{-4} احسب عدد مولاته في نصف لتر من المحلول.

3 مثال ٢٠٠٥ / ٢

لتر من محلول يحتوي 0.2 mol من حامض الخليك pH = 2.7 ، احسب PH لمحلول 0.2 M من خلات الصوديوم.

4 مثال (٢٠٠٧ / ٢) + (٢٠١٠ / ١) ؟.

محلول للامونيا تركيزه 0.1M ، PH = 11 . احسب $[OH^-]$ لمحلول حجمه 200ml يضاف اليه 0.05 mol من كلوريد الامونيوم ؟.

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

٥) علل ما يلي
أ- يحصل تفكك مائي KCl ولا يحصل تحلل مائي .
ب- تنخفض pH الماء المقطر عند اضافة كلوريد الامونيوم اليه .
ج- المحلول المائي المحضر لملح نترات البوتاسيوم متعادل
د- تزداد pH الماء المقطر عند اذابة KCN فيه (٧٩٩)

٦) مثال ٢٠٠٩ / ١
قيمة pH لمحلول مائي لاحد الاملاح = 5 ، سخن 100ml من محلول الملح حتى الجفاف فتخلف 0.535g من الملح الصلب .. احسب قيمة التحلل المائي للملح علماً ان الكتلة المولية هي 53.5g/mol ؟

٧) مثال
احسب $[H^+]$ ، $[OH^-]$ ، pH لمحلول بنزوات الصوديوم تركيزه 0.65M
علماً ان $Ka = 6.5\times10^{-5}$

٨) مثال ١٠٠
احسب $[H^+]$ ، $[OH^-]$ الى 0.5g من NaCl في 100ml من محلوله المائي

٩) مثال ١٠٠
لتر من محلول يحوي 0.2mol من حامض الخليك pH له تساوي 2.7
احسب pH لمحلول 0.2M خلات الصوديوم (log 2 = 0.3)

١٠) مثال ١٠٠
محلول لسيانيد الصوديوم تركيزه 0.04 M ثابت تحلله المائي 0.2×10^{-4} .. احسب قيمة pOH و $[OH^-]$.

١١) مثال ١٠٠
اناء يحتوي على محلول لحامض ضعيف (pH = ٥) ويحتوي اناء آخر على محلول لاحد املاحه (pH = 9) فاذا علمت ان تركيزهما متساوي احسب Ka

رحلة التفوق في السادس @
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

الايون المشترك ../

وهو الايون الناتج من الالكتروليت القوي والمشابه لاحد ايوني الالكتروليت الضعيف ، فعند اضافته الى الالكتروليت الضعيف يزيد من سرعة التفاعل بالاتجاه العكسي فيقلل من تفكك الالكتروليت الضعيف .

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

ايون مشترك

* يسمى الايون الموجود اصلاً في المحلول (الكتروليت ضعيف) والايون الناتج من المركب المضاف (الكتروليت قوي) بالايون المشترك ، والذي يعمل على ازاحة اتزان المحلول لموقع جديد .

تأثير الايون المشترك ../

وهي ظاهرة تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف الناتجة من وجود الكتروليت قوي يحتوي احد ايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول .

* ينتج تأثيره عند وجود مذابين متشابهين لاحتوائهما على ايون مشترك بينهما .
* يعتبر حالة خاصة من قاعدة لو-شاتيلية .
* يؤثر وجود الايون المشترك وكما يلي ..

1) يزيد من سرعة التفاعل الخلفي للالكتروليت الضعيف .
2) يقلل من تفكك الالكتروليت الضعيف .
3) يقلل من حامضية الحامض الضعيف فتزداد PH .
4) يقلل من قاعدية القاعدة الضعيفة فتقل PH .
5) يزيد من ترسيب الاملاح الشحيحة (يقلل الذوبانية) .

* فوائده .. 1) للحصول على PH معين للمحاليل والمحافظة عليها (محلول منظم)
2) ترسيب ايون معين موجود في نفس المحلول مع ايونات اخرى .

@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

علل.. زيادة PH محلول حامض الخليك عند اضافة خلات الصوديوم اليه ؟.

ج.. لزيادة تركيز ايون الخلات CH_3COO^- وهو الايون المشترك والذي يعمل على ازاحة الاتزان بالاتجاه الخلفي فيقل [H^+] وتزداد قيمة PH للتناسب العكسي

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na$$

ايون مشترك

علل.. يقل PH محلول الامونيا عند اضافة كلوريد الامونيوم اليه ؟.

ج.. لزيادة تركيز ايونات الامونيوم NH_4^+ وهو الايون المشترك بين المحلولين والذي يعمل على ازاحة الاتزان بالاتجاه الخلفي فيقل [OH^-] ويقل PH للتناسب الطردي

$$NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$
$$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

ايون مشترك

علل.. تقل قابلية ذوبان الملح الشحيح CaF_2 باضافة NaF اليه ؟.

ج.. لزيادة [F^-] وهو الايون المشترك بين المحلولين فيعمل على ازاحة الاتزان نحو الاتجاه الخلفي فيقل الذوبان وتزداد الترسيب

$$CaF_2 \underset{\text{ترسيب}}{\overset{\text{ذوبان}}{\rightleftharpoons}} Ca^{+2} + 2F^-$$
$$NaF \rightarrow Na^+ + F^-$$

ايون مشترك

حساب تأثير الايون المشترك ..!

عند ورود عبارة (ما تأثير) والناتجة من اضافة ملح قوي على محلول حامض او قاعدة ضعيفة فيجب العمل بما يلي ..!

1. يجب كتابة معادلتين (الاولى للضعيف والثانية للملح) مع تثبيت المتغيرات او التراكيز تحت كل مادة.
2. حساب قيمة (X) للضعيف فقط (قبل الاضافة) وبأسلوب التقريب ثم حساب المتأثر ([H^+] ، [OH^-] ، PH ، POH ، درجة التفكك ...الخ).
3. حساب قيمة (X) للضعيف والقوي معاً (بعد الاضافة) وبأسلوب

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

التقريب كذلك .. ثم حساب المتأثر -

④ نقارن نتيجة الخطوه ③ والخطوه ② بالزياده او النقصان مع كتابة التعليل .

* بحاله طلب مقدار الزياده او النقصان نطبق العلاقة ..

$$\frac{\text{المتأثر قبل الاضافة}}{\text{المتأثر بعد الاضافة}} = \text{مقدار الزياده او النقصان}$$

مثال ١ -

ما تأثير اضافة 8.2 g (0.1 mol) من ملح خلات الصوديوم CH_3COONa الى لتر واحد من محلول حامض الخليك بتركيز 0.1 M ، ما تأثير ذلك على $[H^+]$ بدرجة 25°C علماً ان $Ka(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ ؟ .

الحل

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$$

	CH_3COOH	H^+	CH_3COO^-
للحامض الضعيف — الاولي	0.1	0	0
عند الاتزان	0.1 − x (تهمل)	x	x

$$CH_3COONa \longrightarrow Na^+ + CH_3COO^-$$

	CH_3COONa	Na^+	CH_3COO^-
للالكتروليت القوي — الاولي	0.1	0	0
عند الاتزان	0	0.1	0.1

$$Ka = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$ بالتقريب

قبل الاضافة

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.1} \Longrightarrow x = \sqrt{1.8 \times 10^{-6}} = 1.3 \times 10^{-3}\, M\ [H^+]$$

بعد الاضافة

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(x)\,(0.1 + x)}{(0.1 - x)}$$ (تهمل)

$$x = 1.8 \times 10^{-5}\, M\ [H^+]$$

علل .. يقل $[H^+]$ عند اضافة خلات الصوديوم على محلول حامض الخليك

نلاحظ انخفاض $[H^+]$ لنقصان تفكك الحامض الضعيف نتيجة اضافة ملح خلات الصوديوم وتكوين ايون مشترك

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س١٢/ ..

تم اضافة 26.75 g (0.5 mol) من ملح كلوريد الامونيوم الى لتر واحد من محلول الامونيا تركيزه 0.1M ، فما تاثير ذلك على درجة تفكك القاعدة علماً ان ثابت تفكك القاعدة 1.8×10^{-5} ؟ .

الحل

$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons OH^- + NH_4^+$

	NH_3	OH^-	NH_4^+
الاولي	0.1	0	0
الاتزان	0.1 - X	X	X

$NH_4Cl \longrightarrow Cl^- + NH_4^+$

	NH_4Cl	Cl^-	NH_4^+
الاولي	0.5	0	0
الاتزان	0	0.5	0.5

ايون مشترك

ملاحظة مهمة
اذا كانت الاضافة بالغرامات فيجب تحويلها للمول من خلال قسمتها على الكتلة المولية $n = \frac{m}{M}$ كما حصل في ٢٠١٢/١

$Kb = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$ بالتقريب

قبل الاضافة

$1.8\times10^{-5} = \frac{(X)^2}{0.1} \Rightarrow X = \sqrt{1.8\times10^{-6}} = 1.3\times10^{-3} M\ [OH^-]$

$\text{درجة التفكك} = \frac{[OH^-]}{[\text{القاعدة}]} = \frac{1.3\times10^{-3}}{0.1} = 1.2\times10^{-2}$

بعد الاضافة

$1.8\times10^{-5} = \frac{(X)(0.5 + X)}{0.1 - X}$ (تهمل X)

$X = \frac{1.8\times10^{-6}}{0.5} = 3.6\times10^{-6} M\ [OH^-]$

$\text{درجة التفكك} = \frac{3.6\times10^{-6}}{0.1} = 36\times10^{-6}$

$\text{مقدار التفكك} = \frac{\text{درجة التفكك قبل الاضافة}}{\text{درجة التفكك بعد الاضافة}} = \frac{1.3\times10^{-3}}{36\times10^{-6}} = 360$ مره

∴ تقل درجة التفكك للقاعده بقدر 360 مره عند اضافة كلوريد الامونيوم اليها لوجود الايون المشترك الذي يرجح التفاعل بالاتجاه العكسي .

علل .. / تقل درجة تفكك الامونيا عند اضافة كلوريد الامونيوم اليه

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

انواع الايون المشترك

ايون مشترك (بفر حامضي)

لحامض ضعيف وملحه القاعدي

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$
$$MA \longrightarrow M^+ + A^-$$

$$Ka = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$[HA] = [acid] =$ تركيز الحامض
$[A^-] = [salt] =$ تركيز الملح

$$[H^+] = Ka \times \frac{[HA]}{[A^-]}$$

$$[H^+] = \frac{Ka \times [acid]}{[salt]}$$

ناخذ اللوغاريتم السالب

$$PH = PKa - \log \frac{[acid]}{[salt]}$$

$$PH = PKa + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$PKa = -\log Ka$$

ايون مشترك (بفر قاعدي)

لقاعدة ضعيفة وملحها الحامضي

$$MOH \rightleftharpoons M^+ + OH^-$$
$$MX \longrightarrow M^+ + X^-$$

$$Kb = \frac{[M^+][OH^-]}{[MOH]}$$

$[MOH] = [base] =$ تركيز القاعدة
$[M^+] = [salt] =$ تركيز الملح

$$OH^- = Kb \times \frac{[base]}{[salt]}$$

$$OH^- = \frac{Kb \times [base]}{[salt]}$$

ناخذ اللوغاريتم السالب

$$POH = PKb - \log \frac{[base]}{[salt]}$$

$$POH = PKb + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

$$PKb = -\log Kb$$

لاحظ ايدتوة .. تطبق القوانين اعلاه عند وجود مادتين (تركيزان) في محلول واحد ومتشابهان بايون معين وان يكون لكل منهما تركيز معلوم او مجهول .

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس @A_M_Z_F

مثال-١

احسب $[H^+]$ و PH لمحلول مكون من مزيج من 0.1 M من حامض الخليك مع 0.2 M خلات الصوديوم حيث $Ka\ CH_3COOH = 1.8\times10^{-5}$ ثم قارن النتيجة مع PH 0.1 M لحامض الخليك $(\log 2 = 0.3)$ $(\log 1.8 = 0.255)$ $(\log 1.3 = 0.11)$ الحل

∵ المزيج حامض ضعيف وملحها

$$[H^+] = \frac{Ka \times [acid]}{[Salt]}$$

$$= \frac{1.8\times10^{-5}\times0.1}{0.2}$$

$$= 9\times10^{-6}\ mol/L$$

$$PKa = -\log Ka$$

$$= -(\log 1.8\times10^{-5})$$

$$= -(\log 1.8 - 5\log 10)$$

$$= -(0.255 - 5)$$

$$= 4.74$$

$$PH = PKa + \log\frac{[Salt]}{[acid]}$$

$$PH = 4.74 + \log\frac{0.2}{0.1}$$

$$= 4.74 + \log 2$$

$$= 4.74 + 0.3 = 5.04$$

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

	0.1	0	0
	$0.1 - x$ (تهمل)	x	x

$$Ka = \frac{x^2}{[حامض]}$$

$$1.8\times10^{-5} = \frac{x^2}{0.1}$$

$$x = \sqrt{1.8\times10^{-6}} = 1.3\times10^{-3}\ M$$

$$PH = -\log 1.3\times10^{-3} = 2.87$$

نلاحظ ان PH حامض الخليك اقل من PH المزيج .

مثال-١ ٢٠٠٢/د

ماذا يجب ان يكون تركيز كلوريد الامونيوم في محلول يحتوي على الامونيا تركيزها 0.1 M لتكون PH = 9 $(PKb = 4.74)$ $(\log 1.82 = 0.26)$ .S

الحل

∵ المزيج قاعدة ضعيفة وملحها

$$PH + POH = 14$$

$$POH = 14 - 9 = 5$$

$$POH = PKb + \log\frac{[Salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + \log\frac{[Salt]}{0.1}$$

$$\log\frac{[Salt]}{0.1} = 5 - 4.74$$

$$\log\frac{[Salt]}{0.1} = 0.26$$

$$\frac{[Salt]}{0.1} = 10^{0.26} = 1.82$$

$$[Salt] = 0.1\times1.82 = 0.182\ M$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س/ 1..
احسب pH محلول NH_3 (تركيزه 0.15M) مع محلول NH_4Cl تركيزه (0.3 مولاري) ثم قارن النتيجة مع pH محلول الامونيا ذو التركيز 0.15M علماً ان $pK_b = 4.74$ ، $\log 2 = 0.3$ ، $\log 1.6 = 0.226$.

الحل

∵ المزيج هو قاعدة ضعيفة وملحها

$$pOH = pK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

$$= 4.74 + \log \frac{0.3}{0.15}$$

$$= 4.74 + \log 2$$

$$= 5.04$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - 5.04 = 8.96$$

للمقارنة نعمل ما يلي

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

0.15	0	0
0.15 − X // يهمل	X	X

$$K_b = \frac{X^2}{[القاعدة]}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.15}$$

$$X = \sqrt{2.7 \times 10^{-6}} = 1.6 \times 10^{-3} M$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$= -\log 1.6 \times 10^{-3}$$

$$= -(0.22 - 3)$$

$$= 2.78$$

$$pH = 14 - 2.78 = 11.22$$

نلاحظ ان وجود NH_4Cl ادى الى نقصان pH (تقليل تفكك NH_3)

س/ 1..
ما تركيز حامض الخليك في محلول يحتوي اضافة الى الحامض على ملح خلات الصوديوم بتركيز 0.3M علماً ان pH = 4.31 ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$) ($\log 3.7 = 0.57$)

الحل

∵ المزيج هو حامض ضعيف مع ملحها

$$pK_a = -\log K_a$$

$$= -(\log 1.8 \times 10^{-5})$$

$$= -(\log 1.8 - 5 \log 10)$$

$$= -(0.255 - 5) = 4.74$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$4.31 = 4.74 + \log \frac{0.3}{[acid]}$$

$$\log \frac{0.3}{[acid]} = 4.31 - 4.74 = -0.43$$

$$\therefore \frac{0.3}{[acid]} = 10^{-0.43} \times 10^{-1} \times 10^{+1}$$

$$= 10^{0.57} \times 10^{-1}$$

$$[acid] = \frac{0.3}{3.7 \times 10^{-1}}$$

$$= 0.81 \ mol/L$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س11..

ماتركيز الامونيا NH_3 في المحلول الذي يكون بحالة اتزان مع 0.01M من مادة NH_4^+ وتركيز OH^- يساوي $1.2\times10^{-5}M$ $(K_b NH_3 = 1.8\times10^{-5})$

الحل

$$[OH^-] = \frac{K_b \times [base]}{[salt]}$$

$$1.2\times10^{-5} = \frac{1.8\times10^{-5}\times[NH_3]}{0.01}$$

$$[NH_3] = \frac{1.2\times10^{-2}}{1.8} = 0.66\times10^{-2}M$$

لاحظ بدقة..
ان التراكيز المختلفة الى NH_4^+ و OH^- بحالة الاتزان دلالة على وجود الايون المشترك

مثال اضافي / تمهيدي ٢٠١٤

اذا علمت ان النسبة المئوية لتفكك 0.1M من حامض الهيدروسيانيك HCN هي 0.01% ، فما قيمة PH المحلول عند اضافة 0.2M من سيانيد الصوديوم KCN اليه $(\log 2 = 0.3)$ ؟

الحل

$$\%\ للتاين = \frac{x}{[الحامض]}\times100$$

$$0.01 = \frac{x}{0.1}\times100$$

$$x = \frac{10^{-3}}{10^{2}} = 10^{-5}M$$

$$K_a = \frac{x^2}{[الحامض]} = \frac{(10^{-5})^2}{0.1} = 10^{-9}$$

$$pK_a = -\log K_a = -\log 10^{-9} = 9$$

$$PH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$= 9 + \log\frac{0.2}{0.1}$$

$$= 9 + \log 2$$

$$PH = 9 + 0.3 = 9.3$$

مثال اضافي..

ماعدد مولات NH_4Cl اللازم اضافتها الى لتر من 0.01M من الامونيا للحصول على محلول قيمة PH 8.25 $(pK_b NH_3 = 4.74)$

الحل

$$POH = 14 - 8.25 = 5.75$$

$$POH = pK_b + \log\frac{[salt]}{base}$$

$$5.75 = 4.75 + \log\frac{[salt]}{0.01}$$

$$1 = \log\frac{[salt]}{0.01}$$

$$[salt] = 0.1\ M$$

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

س ...//

احسب كتلة ملح خلات الصوديوم ($M = 82\ g/mol$) اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول $0.125M$ حامض الخليك للحصول على محلول بفر فيه $PH = 4.74$ (افترض ان الملح لا يغير الحجم)

الحل

$$PH = Pka + \log \frac{[Salt]}{[acid]}$$

$$4.74 = 4.74 + \log \frac{[Salt]}{0.125}$$

$$0 = \log \frac{[Salt]}{0.125}$$

$$\log 1 = \log \frac{[Salt]}{0.125}$$

$$1 = \frac{[Salt]}{0.125}$$

$$[Salt] = 0.125M$$

$$M = \frac{m}{M \times V}$$

$$m = 0.125 \times 82 \times 1$$

$$= 10.25\ g$$

س١٤ ...//

$(\log 1.82 = 0.26)$

اذا كانت هناك حاجة لتحضير محلول بفر ذو $pH = 9$ من مزيج $NH_3 + NH_4Cl$ كم يجب ان تكون النسبة بين $[NH_4^+]/[NH_3]$ ؟ $(PKb = 4.74)$

الحل

$$POH = 14 - 9 = 5$$

$$POH = PKb + \log \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$5 = 4.74 + \log \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$0.26 = \log \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 10^{0.26}$$

$$\therefore \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} = 1.82$$

س ...//

احسب كتلة كلوريد الامونيوم ($M = 53.5\ g/mol$) الواجب اضافتها الى $500mL$ لمحلول $0.15M$ من الامونيا لجعل $PH = 9$ $(4.74 = PKb)$ $(\log 1.82 = 0.26)$ ؟

الحل

$$POH = 14 - 9 = 5$$

$$POH = PKb + \log \frac{[Salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + \log \frac{[Salt]}{0.15}$$

$$\log \frac{[Salt]}{0.15} = 0.26$$

$$\frac{[Salt]}{0.15} = 10^{0.26} = 1.82$$

$$[Salt] = 1.82 \times 0.15 = 0.27\ M$$

$$M = \frac{m \times 1000}{M \times V}$$

$$m = \frac{0.27 \times 53.5 \times 500}{1000} = 7.2g$$

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

المحاليل المنظمة (بفر) ..

مكرر وزاري — محلول مائي مكون من مزيج لحامض ضعيف مع احد املاحه (قاعده قرينة لحامض ضعيف) او قاعده ضعيفة مع احد املاحها (حامض قرين للقاعده الضعيفة) وله القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني PH عند اضافة كمية صغيره من حامض قوي او قاعده قوية.

ع/ تستطيع محاليل البفر من مقاومة التغير في PH بسبب وجود الايون المشترك.

السلوك البفري (فعل البفر) ...

وهي قابلية المحلول على مقاومة التغير في تركيز ايون H^+ عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي او قاعده قوية اليه -

* يتكون محلول البفر (المزيج البفري) من مكونين ، احدهما يتفاعل مع القاعده المضافة ويعادلها ، ويعادل المكون الثاني كمية الحامض المضاف فيصبح له فعل البفر.

علل ...// اضافة حامض قوي الى الماء يقلل من PH بشكل حاد ، ولا يحدث ذلك عند اضافة مزيج من حامض الخليك وخلات الصوديوم .

ج ...// لان اضافة الحامض للماء يزيد $[H^+]$ (نقصان PH) ، اما اضافة الحامض للمزيج البفري فان H^+ يتفاعل مع ايون الخلات الناتج من تفكك خلات الصوديوم وتكوين حامض الخليك فيبقى PH ثابتة .

علل ...// اضافة NaOH للماء يسبب ارتفاع PH ولا يحدث ذلك عند اضافة القاعده لمزيج خلات الصوديوم وحامض الخليك .

ج ...// لان اضافة القاعده للماء يزيد من $[OH^-]$ (زياده PH) ولكن اضافة القاعده للمزيج البفري فان OH^- الناتجة من تفكك القاعده القوية تتفاعل مع حامض الخليك لتكوين الماء فيبقى PH ثابتة .

علل ...// اضافة حامض او قاعده (قويتين) الى محلول منظم لا يغير في الاس الهيدروجيني تغيراً كبيراً ؟ .

ج ...// لوجود الايون المشترك الذي يساعد على استهلاك حقيقي H^+ او OH^- المضاف

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

أنواع محاليل البفر ..../

[1] بفر حامضي ... ويتكون من حامض ضعيف وملحها القاعدي .
[2] بفر قاعدي ... ويتكون من قاعده ضعيفة وملحها الحامضي .

* تمتاز هذه المحاليل بان لها فعل البفر (مقاومه التغير في PH) عند اضافة حامض قوي او قاعده قوية اليها .

حساب PH المحاليل المنظمه بعد اضافة قاعده قوية او حامض قوي ..../

وفيها نستخدم نفس قوانين الايون المشترك .. مع الانتباه لحصول تغير في تركيز الملح وتركيز الحامض او القاعده الضعيفتين عند اضافة حامض او قاعده قويتين اليهما وكما يلي ..../

[1] اذا كان نوع المضاف نفس نوع محلول البفر (اضافة قاعده قوية على بفر قاعدي او اضافة حامض قوي على بفر حامضي) فيجب جمع المضاف مع الالكتروليت الضعيف (حامض او قاعده) لمحلول البفر .. ويتم طرح المضاف من الملح ...

اضافة حامض لبفر حامضي

$$PH = PKa + \log \frac{[salt] - [H^+]}{[acid] + [H^+]}$$

اضافة قاعده لبفر قاعدي

$$POH = PKb + \log \frac{[salt] - [OH^-]}{[base] + [OH^-]}$$

[2] اذا كان نوع المضاف يختلف عن نوع محلول البفر (اضافة قاعده قوية على بفر حامضي او اضافة حامض قوي على بفر قاعدي) فيجب طرح المضاف من الالكتروليت الضعيف .. ويتم جمع المضاف مع تركيز الملح ...

اضافة قاعده لبفر حامضي

$$PH = PKa + \log \frac{[salt] + [OH^-]}{[acid] - [OH^-]}$$

اضافة حامض لبفر قاعدي

$$POH = PKb + \log \frac{[salt] + [H^+]}{[base] - [H^+]}$$

* يمكن التعويض عن كميات محلول البفر والماده المضافة بالتركيز المولاري او بالمول اذا كان الحجم مساوياً الى لتر واحد .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال../

احسب PH محلول بعد اضافة 1 مل من محلول حامض HCl تركيزه (10M) الى لتر واحد من محلول بفري مكون من (0.1M) من حامض الخليك مع (0.1M) من خلات الصوديوم (اهمل التغير بالحجم بعد الاضافة) ?. ($\log 0.81 = -0.087$)

الحل

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na$

} ← بفر حامضي

الخطوات

① نحسب عدد مولات مكونات محلول البفر قبل الاضافة

عدد مولات حامض الخليك $= M \times V = 0.1 \times 1 = 0.1\ mol$

عدد مولات خلات الصوديوم $= M \times V = 0.1 \times 1 = 0.1\ mol$

② نحسب عدد مولات H^+ او OH^- وحسب نوع المادة المضافة

$HCl \xrightarrow[\text{تام}]{\text{تأين}} H^+ + Cl^-$

عدد مولات $H^+ = M \times V$

عدد مولات H^+ (المضاف) $= 10 \times \frac{1}{1000} = 0.01\ mol$

③ نحسب عدد مولات مكونات محلول البفر بعد الاضافة (عمليات الجمع والطرح)

مولات الحامض بعد الاضافة = مولات الحامض قبل الاضافة + مولات H^+

$= 0.1 + 0.01 = 0.11\ mol$

مولات الخلات بعد الاضافة = مولات الخلات قبل الاضافة − مولات H^+

$= 0.1 - 0.01 = 0.09\ mol$

④ نحول المولات الى المولارية

$\therefore [CH_3COOH] = \frac{n}{V} = \frac{0.11}{1} = 0.11\ M$

$\therefore [CH_3COONa] = \frac{n}{V} = \frac{0.09}{1} = 0.09\ M$

⑤ نحسب PH من قانون البفر المناسب مباشرة او نحسب POH ثم PH حسب نوع محلول البفر

$PH = PKa + \log \frac{[salt]}{[acid]}$ البفر حامضي

$= 4.74 + \log \frac{0.09}{0.11}$

$= 4.74 + \log 0.81 = 4.74 + (-0.087) = 4.66$

او يمكن تطبيق عمليات الجمع والطرح مباشرة مع القانون

$PH = PKa + \log \frac{[salt] - [H^+]}{[acid] + [H^+]}$

$= 4.74 + \log \frac{0.1 - 0.01}{0.1 + 0.01} = 4.66$

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس @A_M_Z_F

س 15 /...

احسب pH لما يلي .. [1] لتر واحد من محلول بفر مكون من حامض الخليك تركيزه (0.1M) وخلات الصوديوم تركيزه 0.1M . [2] لنفس محلول البفر ولكن بعد اضافة 2ml من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 5M ، ثم احسب مقدار التغير في pH وناقش النتيجة (اهمل التغير بالحجم) $(\log 1.8 = 0.255)$ $(\log 1.22 = 0.086)$

الحل

[1] $pH = pKa + \log \frac{[salt]}{[acid]}$

$= -\log 1.8\times10^{-5} + \log \frac{0.1}{0.1}$

$= -(\log 1.8 - 5) + 0 = -(0.255 - 5) = 4.74$

[2]

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na$ } ⇐ بفر حامضي

$n(CH_3COOH) = M\times V = 0.1\times1 = 0.1\ mol$

$n(CH_3COONa) = M\times V = 0.1\times1 = 0.1\ mol$ } ⇐ قبل الاضافة

لاحظ بدقة... يمكن الحل بدلالة المولات او التراكيز

$NaOH \longrightarrow Na^+ + H^+$

$n(OH^-) = M\times V = 5\times\frac{2}{1000} = 0.01\ mol$ } ⇐ المضاف

$n(CH_3COOH) = 0.1 - 0.01 = 0.09\ mol$

$n(CH_3COONa) = 0.1 + 0.01 = 0.11\ mol$ } ⇐ بعد الاضافة

∵ الحجم يساوي (1L)

∴ المولارية = عدد المولات

$pH = pKa + \log \frac{[salt]}{[acid]}$

$= 4.74 + \log \frac{0.11}{0.09}$

$= 4.74 + \log(1.22)$

$= 4.74 + 0.086 = 4.829 \simeq 4.83$

$\Delta pH = pH_2 - pH_1$

$= 4.83 - 4.74 = 0.09$

نلاحظ ان التغير في pH قليل لان المحلول هو بفري

حل آخر

$M_1V_1 = M_2V_2$

$2\times5 = M_2\times1000$

$M_2 = 0.01M = [OH^-]$

$pH = pKa + \log \frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$

$pH = 4.74 + \log \frac{0.1+0.01}{0.1-0.01}$

$pH = 4.82$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س٣ /...

احسب مايلي .. ١ قيمة الاس الهيدروجيني لمزيج بفري مكون من حامض النتروز HNO_2 تركيزه $0.12M$ ونتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز $0.15M$ ($Ka = 4.5 \times 10^{-4}$)

٢ قيمة PH المحلول الناتج من اضافة 1g من NaoH ($M = 40\ g/mol$) الى لتر واحد من المحلول البفري ($\log 4.5 = 0.65$) ($\log 1.25 = 0.1$) ($\log 1.84 = 0.26$)

الحل

١ $$PKa = -\log Ka$$
$$= -(\log 4.5 \times 10^{-4}) = -(0.65 - 4) = 3.35$$

$$PH = PKa + \log \frac{[salt]}{[acid]} = 3.35 + \log \frac{0.15}{0.12}$$
$$= 3.35 + \log 1.25 = 3.35 + 0.1 = 3.45$$

٢ $n(HNO_2) = M \times V = 0.12 \times 1 = 0.12\ mol$
$n(NaNO_2) = M \times V = 0.15 \times 1 = 0.15\ mol$ } قبل الاضافة

$n(NaoH) = \frac{m}{M} = \frac{1}{40} = 0.025\ mol$ (عدد مولات OH^- المضافة)

$n(HNO_2) = [acid] - [OH^-] = 0.12 - 0.025 = 0.095\ mol$
$n(NaNO_2) = [salt] + [OH^-] = 0.15 + 0.025 = 0.175\ mol$ } بعد الاضافة

∵ الحجم مساوياً الى لتر واحد
∴ عدد المولات = المولارية

$$PH = PKa + \log \frac{[salt]}{[acid]} = 3.35 + \log \frac{0.175}{0.095}$$
$$= 3.35 + \log 1.84 = 3.35 + 0.26 = 3.61$$

أمثلة غير محلولة .../

١ مثال../

تمزج احجام متساوية من $0.2M$ من حامض HF (له $Ka = 6 \times 10^{-4}$) وفلوريد الصوديوم .. احسب PH المحلول .

٢ مثال../ ١٩٨

اضيف 300ml من محلول بفري $64 \times 10^{-2}\ mol$ من بنزوات الصوديوم

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الى 700 mL من الماء المقطر .. فتغيرت قيمة PH بمقدار (2) فاذا اضيفت 32×10^{-2} mol من حامض البنزويك اليه .. احسب PH المحلول الناتج (log 2 = 0.3) ؟.

مثال / ٢٠٠٦ / ٢

احسب مقدار خلات البوتاسيوم الواجب اضافتها الى لتر من محلول 0.1M من حامض الخليك لتنقص PH مقدار وحدة واحدة ($Ka = 10^{-5}$)

مثال / ٢٠١١ / ٢

عند اضافة 0.02mol من بروميد الانيليوم الى 0.5L من محلول الانيلين اصبح PH = 4 احسب $[OH^-]$ المحلول قبل الاضافة $Kb = 4\times10^{-10}$

مثال /

يبلغ PH الدم 7.4 احسب نسبة $H_2PO_4^-$ الى HPO_4^{2-} في الدم علما ($PKa_2 = 7.12$) .

مثال /

ما التغير الذي يحدث لقيمة PH لمحلول HF تركيزه 0.1M عندما يذاب فيه كمية معينة من ملح NaF ليصبح $[F^-]$ مساوية الى 0.1M علما ان $Ka(HF) = 10^{-3}$

مثال /

محلول مائي من HCN تركيزه 0.2M .. احسب PH المحلول قبل وبعد اضافة 1mol من KCN الى لتر منه ($Ka = 5\times10^{-10}$) (log 5 = 0.7)

مثال /

0.5L من الماء المقطر .. اضيفت اليه 0.5L من 0.2M خلات الصوديوم فتغيرت PH لوحدتين .. ما عدد مولات حامض الخليك اللازم اضافتها للمحلول لكي يتعادل ؟ .

مثال / ٢٠٠٥ / ١

لتر من خلات البوتاسيوم فيه $[OH^-] = 10^{-5}M$ ، اضيفت اليه 0.01mol من حامض الخليك .. احسب التغير في PH لمحلول منظم بعد اضافة 1mL من HCl تركيزه 10M علما ($Ka = 10^{-5}$) (log 2 = 0.3) (log 9 = 0.95)

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

تفاعلات التعادل ...

وهي تفاعلات تامه تحدث بين الحوامض والقواعد لتكوين الاملاح وماء.
وهذه الاملاح اما متعادله او حامضية اوقاعدية حسب تركيز H^+ اوتركيز OH^- الفائضه بالمحلول.

* هذه التفاعلات لا تستطيع مقاومه التغير في PH حيث تتغير بشكل كبير جداً

انواع تفاعلات التعادل ...

1. تفاعل حامض مع قاعده (كلاهما قوي) ...

يتم حساب PH المحلول الناتج من مزج حامض قوي مع قاعده قوية كما يلي ..

أ - نطبق قانون التخفيف لحساب التركيز الجديد (بعد المزج) لكل منهما

$$\underbrace{M_1V_1}_{\text{قبل المزج}} = \underbrace{M_2}_{\text{المطلوب}} V_2 \longrightarrow \text{حاصل جمع الحجمين}$$

ب - نحسب $[H^+]$ و $[OH^-]$ مباشره من خلال تركيز الحامض والقاعده المحسوبان من الخطوه (أ) (من خلال معادله التفكك التام لكل منهما).

ج - نطرح التركيز الصغير من التركيز الكبير لمعرفة نوع المحلول وحساب PH وكما يلي..

1. $[H^+] = [OH^-] \Rightarrow PH = 7 \Rightarrow$ المحلول متعادل
2. $[H^+] > [OH^-]$ المحلول حامضي

$[H^+]_{\text{الفائض}} = [H^+] - [OH^-] \Rightarrow$ نحسب PH

3. $[H^+] < [OH^-]$ المحلول قاعدي

$[OH^-]_{\text{الفائض}} = [OH^-] - [H^+] \Rightarrow$ نحسب $[H^+] \Rightarrow$ نحسب PH

مثال اضافي ...

احسب PH المحلول الناتج من مزج 0.5L من 0.2M من H_2SO_4 مع نصف لتر من 0.8 M من NaOH ؟ $(\log 5 = 0.7)$

الحل

$\frac{1}{2} + 0.5 = 1L$ الحجم الجديد بعد المزج

$M_1V_1 = M_2V_2 \Rightarrow 0.5 \times 0.2 = 1 \times M_2 \Rightarrow M_2 = 0.1M\ [H_2SO_4]$

$M_1V_1 = M_2V_2 \Rightarrow 0.8 \times 0.5 = 1 \times M_2 \Rightarrow M_2 = 0.4M\ [NaOH]$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$$

0.1	0	0
0	2×0.1	0.1

$\Rightarrow [H^+] = 2 \times 0.1 = 0.2\,M$

$$NaOH \longrightarrow OH^- + Na^+$$

0.4	0	0
0	0.4	0.4

$\Rightarrow [OH^-] = 0.4\,M$

$\therefore [OH^-]$ للمحلول $= [OH^-] - [H^+] = 0.4 - 0.2 = 0.2M\,[OH^-]$

$\therefore [H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.2} = 5 \times 10^{-14}\,M$

$pH = -\log[H^+]$
$= -\log 5 \times 10^{-14}$
$= -(0.7 - 14) = 13.3$

لاحظ بدقة..! عند تساوي تراكيز الحامض والقاعدة القويتين فان $pH = 7$

٢ تفاعل حامض مع قاعدة (احدهما ضعيف والاخر قوي)...!
يتم حساب pH وكما يلي...!

أ- نطبق قانون التخفيف ($M_1V_1 = M_2V_2$) لحساب (M_2) لكل منهما.

ب- نكتب معادلة التفاعل بينهما (ماء + ملح ← قاعدة + حامض) ونعمل الفرضيات الثلاثة اسفل كل مادة..

قبل التفاعل ⇐ ويكتب تركيز الحامض والقاعدة المستخرجة من الخطوة الاولى ويكون تركيز الملح والماء مساوياً للصفر.

المتغيرات ⇐ ويمثل التركيز الاقل بين تركيز الحامض والقاعدة المتفاعلين حيث ياخذ اشارة سالبة بجهة المتفاعلات واشارة موجبة بالنواتج.

عند الاتزان ⇐ وهي حالة جمع لارقام قبل التفاعل والمتغيرات ويهمل الماء.

جـ- نحسب الناتج الذي يكون بثلاث اشكال..

١ اذا كان المتبقي هو القوي (بين الحامض والقاعدة) .. عندها يهمل تركيز الملح ويتم الاعتماد على تركيز القوي فقط في حساب H^+ او OH^-

٢ اذا كان المتبقي هو الضعيف .. عندها لا يهمل تركيز الملح .. ويصبح لدينا ايون مشترك لحساب H^+ او OH^- حسب النوع.

٣ اذا كان المتبقي هو الملح فقط .. عندها نعتمد على قوانين التميؤ لحساب H^+ او OH^-

مثال اضافي..

اضيف 0.1 M من KOH الى لتر واحد من 0.3 M من HCN . جد PH المحلول الناتج علماً ($9.3 = pKa$) ($\log 0.5 = -0.3$) ؟.

الحل

	HCN	+ KOH	→ KCN	+ H_2O
قبل التفاعل	0.3	0.1	0	يهمل
المتغيرات	-0.1	-0.1	+0.1	
عند الاتزان	0.2	0	0.1	

المتبقي (ضعيف) حامض ضعيف ← ايون مشترك → لايهل الملح ملحه

$$PH = PKa + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$= 9.3 + \log \frac{0.1}{0.2} = 9.3 + \log 0.5 = 9$$

س ٤..

كم ستكون PH المحلول الناتج من مزج 20 ml من 0.2 M من NaOH مع 50 ml من 0.1 M من CH_3COOH علماً ($Ka = 1.8 \times 10^{-5}$) ($\log 4 = 0.6$)

الحل

$V = 50 + 20 = 70$ ml

$M_1V_1 = M_2V_2$

$0.2 \times 20 = M_2 \times 70$

$M_2 = 0.057 M$ [NaOH]

$M_1V_1 = M_2V_2$

$0.1 \times 50 = M_2 \times 70$

$M_2 = 0.071 M$ [CH_3COOH]

	CH_3COOH	+ NaOH	→ CH_3COONa	+ H_2O
	0.071	0.057	0	0
تهمل	-0.057	-0.057	+0.057	
	0.014	0	0.057	

← ايون مشترك →

$$PH = PKa + \log \frac{[salt]}{[acid]}$$

$$PH = -\log 1.8 \times 10^{-5} + \log \frac{0.057}{0.014}$$

$$PH = -(0.255 - 5) + \log 4$$

$$PH = -0.255 + 5 + 0.6$$

$$PH = 5.34$$

س ٣..

عند اضافة 25 ml من 0.2 M من NaOH الى 50 ml من 0.1 M لمحلول حامض الخليك .. احسب PH المحلول الناتج ($PKa = 4.74$) ($\log 0.06 = -1.22$)

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الحل

$M_1V_1 = M_2V_2$

$0.2 \times 25 = M_2 \times 75$

$M_2 = 0.06\ M\ \{NaOH\}$

$M_1V_1 = M_2V_2$

$0.1 \times 50 = M_2 \times 75$

$M_2 = 0.06\ M\ \{CH_3COOH\}$

$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$

CH_3COOH	$NaOH$	CH_3COONa	H_2O	
0.06	0.06	0	0	
−0.06	−0.06	+0.06		يحل
0	0	0.06		

∴ الملح قاعدي

$pH = \frac{1}{2}(pK_w + pK_a + \log C)$

$= \frac{1}{2}(14 + 4.74 + \log 0.06)$

$= \frac{1}{2}(14 + 4.74 + (-1.22))$

$= \frac{1}{2}(17.52)$

$= 8.76$

> لاحظ بدقة..
> ان المتبقي هو الملح فقط ، فيتم حساب pH حسب قوانين التميؤ

س٤٤ /...

احسب pH للمحلول الناتج من مزج 26 ml من 0.2M من هيدروكسيد الصوديوم مع 50 ml من 0.1M من حامض الهيدروكلوريك ($\log 5 = 0.7$)

الحل

$V_2 = 50 + 26 = 76\ ml$

$M_1V_1 = M_2V_2$

$0.2 \times 26 = M_2 \times 76$

$M_2 = 0.068\ M\ \{NaOH\}$

$M_1V_1 = M_2V_2$

$0.1 \times 50 = M_2 \times 76$

$M_2 = 0.066\ M\ \{HCl\}$

$NaOH \xrightarrow{\text{تأين تام}} Na^+ + OH^-$

$NaOH$	Na^+	OH^-
0.068	0	0
0	0.068	0.068

$\therefore [OH^-] = 0.068\ M$

$HCl \xrightarrow{\text{تأين تام}} H^+ + Cl^-$

HCl	H^+	Cl^-
0.066	0	0
0	0.066	0.066

$[H^+] = 0.066\ M$

$\because [H^+] < [OH^-]$

$[OH^-] = [OH^-] - [H^+]$

$= 0.068 - 0.066$

$= 0.002\ M\ [OH^-]$ المتبقي

$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.002} = 5 \times 10^{-12}\ M$

$pH = -\log [H^+]$

$pH = -\log 5 \times 10^{-12}$

$pH = -(\log 5 - 12)$

$pH = -(0.7 - 12) = 11.3$

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

امثلة محلولة ../

1 مثال ../
احسب pH لمحلول محضر بخلط احجام متساوية من حامض قوي pH له = 3 وقاعدة قوية pH لها = 12 ؟

الحل

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3} M$

$pOH = 14 - pH$
$= 14 - 12 = 2$

$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-2} M$

$[OH]_{\text{الفائض}} = [OH^-] - [H^+]$

$[OH^-] = 0.01 - 0.001$
$= 0.009 M$

$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{9 \times 10^{-3}} = 0.11 \times 10^{-11}$

$pH = -\log 11 \times 10^{-13}$
$= -(1.04 - 13) = 11.96$

2 مثال ../
محلول مائي لحامض HCN تركيزه 0.1 M اضيفت الى لتر منه 0.1 mol من NaOH .. احسب pH قبل وبعد الاضافة ($Ka = 4.9 \times 10^{-10}$) ($\log 7 = 0.85$) .

الحل

$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$

0.1	0	0
0.1 − X (تهمل)	X	X

$4.9 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{0.1}$

$X = 7 \times 10^{-6} M$

$pH = -\log (7 \times 10^{-6})$
$= -(0.85 - 6)$
$= +5.15$ قبل الاضافة

$HCN + NaOH \rightarrow NaCN + H_2O$

0.1	0.1	0	0
−0.1	−0.1	+0.1	/
0	0	0.1	

$[H^+] = \sqrt{\frac{Kw \times Ka}{[C]}}$

$= \sqrt{\frac{10^{-14} \times 4.9 \times 10^{-10}}{0.1}}$

$= 7 \times 10^{-12} M$

$pH = -\log (7 \times 10^{-12})$
$= -(0.85 - 12)$
$= 11.15$ بعد الاضافة

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

المواد الشحيحة الذوبان ...

توجد مواد عند وضعها بالماء ، فان جزء صغير منها يذوب ويكون محلولاً مشبعاً (جزء ذائب) ويحصل فية تاين تام ، اما الجزء الاكبر فيبقى بشكل ماده صلبة (جزء راسب) ... ويكون الجزء الذائب بحالة اتزان مع الجزء المترسب .. مثل هذه المواد تسمى مواد شحيحة الذوبان او قليلة جداً الذوبان بالماء .

* لكل ماده شحيحة الذوبان قيمتين هما ..
م - ثابت حاصل الذوبان ، Ksp .
ب - قابلية الذوبان (الذوبانية المولارية) ، (S) .

ثابت حاصل الذوبان Ksp ...

وهي الكمية الناتجة من حاصل ضرب التراكيز المولارية (عند حالة الاتزان) للايونات الناتجة من تفكك الماده الشحيحة الذوبان كلاً مرفوع الى الاس مساوياً لعدد المولات في المعادلة .

فمثلاً للتفاعل العام التالي ..

$$AB_{(s)} + H_2O \rightleftharpoons A^+ + B^-$$

يعبر عن قيمة ثابت الاتزان (حيث AB ماده شحيحة الذوبان (صلبة))

$$Ka = \frac{[A^+][B^-]}{[AB][H_2O]}$$

يعبر عن التفاعل عن قيمة ثابت حاصل الذوبان بالشكل ..

$$Ksp = [A^+][B^+]$$

$$\therefore Ksp = Ka[AB][H_2O]$$

* تم اعتبار كل من [AB] ، $[H_2O]$ قيمة ثابتة .
* قيمة Ksp ثابتة بثبوت درجة الحرارة .
* قيمة Ksp تتناسب طردياً مع ذوبانية المركب لذا تعتبر مقياساً لذوبان الاملاح الشحيحة

الذوبانية المولارية S ...!

وهي عدد مولات المادة التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للمادة (عند حالة الاتزان بين المادة الصلبة ومحلولها).

* تعتمد قابلية ذوبان المواد الايونية (الاملاح) على ما يلي...
1- الفرق في مقدار الطاقة اللازمة لكسر الاواصر بين الايونات المكونة للمادة.
2- مقدار ما ينتج من طاقة نتيجة لانتشار هذه الايونات بالماء وتميؤها.

* يقاس الذوبانية (قابلية الذوبان) اما (mol/L) او (g/L) الذي يرتبطان بالعلاقة التالية...

$$\text{الذوبانية}\ (mol/L) = \frac{\text{الذوبانية}\ (g/L)}{\text{الكتلة المولية}}$$

* يعتمد على الذوبانية بوحدة (mol/L) في العمليات الحسابية فاذا وجدت بوحدة (g/L) يجب تحويلها حسب العلاقة اعلاه.

* يمكن ايجاد تركيز الايون من خلال العلاقة...

تركيز الايون = الذوبانية (mol/L) × عدد المولات بالمعادلة

علاقة حاصل الذوبان والذوبانية...!

ان ذوبانية اي مادة شحيحة الذوبان تساوي التركيز المولاري لمول واحد من ايوناتها .. حيث نفرضها (S) اذا كانت مجهولة وكما يلي...!

1- اذا كانت الايونات ذات نفس التركيز المولاري (نفس التكافؤ) فان Ksp تكتب كما يلي...

$$K_{sp} = S \times S = S^2$$

(S الأولى: للايون الاول، S الثانية: للايون الثاني)

1- $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$ (S ، S) ⇒ $K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = S \times S = S^2$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

2 $BaSO_4 \rightleftharpoons SO_4^{-2} + Ba^{+2}$
s s ⇒ $Ksp = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = S \times S = S^2$

3 $PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$
s s ⇒ $Ksp = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}] = S \times S = S^2$

4 اذا كانت الايونات مختلفة التركيز المولاري (مختلفة التكافؤ) فيكون لها Ksp مختلف حسب التراكيز المولارية للايونات وكما يلي..

1 $CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2F^{-1}$
s 2s ⇒ $Ksp = [Ca^{+2}][F^{-1}]^2$
$S \times 2S^2 = 4S^3$

2 $Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^{-1}$
s 2s ⇒ $Ksp = [Zn^{+2}][OH^{-1}]^2 = S \times 2S^2 = 4S^3$

3 $Ca_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3Ca^{+2} + 2PO_4^{-3}$
3s 2s ⇒ $Ksp = [Ca^{+2}]^3[PO_4^{-3}]^2$
$= (3S)^3 \times (2S)^2$
$= 108\, S^5$

مثال../
ما هي ذوبانية المولارية لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ علماً $(Ksp = 1.6 \times 10^{-8})$

الحل

$PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$
s s

$Ksp = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$

$Ksp = S \times S = S^2$

$1.6 \times 10^{-8} = S^2$

$S = \sqrt{1.6 \times 10^{-8}}$

$S = 1.26 \times 10^{-4}\ mol/L$

لاحظ بدقة..
الاملاح التي لها قيمة معينة من Ksp او الذوبانية المولارية او الغرامية فهي شحيحة الذوبان وتكون معادلتها انعكاسية بخلاف ذلك فهي ذائبة ومعادلتها غير انعكاسية

@A_M_Z_F

مثال /

احسب قيمة Ksp لملح كبريتات الباريوم علماً ان اللتر الواحد من محلوله المشبع يحوي 0.0025g من ملح $BaSO_4$ الذائب ؟

الحل

$$M(BaSO_4) = 137 + 32 + 4\times16 = 233\ g/mol$$

$$S(BaSO_4)\ mol/L = \frac{S(g/L)}{M(BaSO_4)} = \frac{0.0025}{233} = 1.1\times10^{-5}\ mol/L$$

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$1.1\times10^{-5} \qquad 1.1\times10^{-5} \qquad 1.1\times10^{-5}$$

$$Ksp = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] = (1.1\times10^{-5})^2 = 1.2\times10^{-10}$$

س 16 / ...

اذا علمت ان لتر واحد من المحلول المشبع Ag_2CrO_4 $(M = 332\ g/mol)$ تساوي 0.0215 g من الملح .. احسب Ksp للملح

الحل

$$S(Ag_2CrO_4) = \frac{S(g/L)}{M} = \frac{0.0215}{332} = 6.47\times10^{-5}\ mol/L$$

$$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^{+} + CrO_4^{-2}$$

$$S \qquad 2S \qquad S$$

$$Ksp = [Ag^{+}]^2[CrO_4^{-2}] = (2S)^2(S) = 4S^3$$

$$= 4(6.47\times10^{-5})^3 = 1083.33\times10^{-15} = 10.8\times10^{-13}$$

س 17 / ...

احسب الذوبانية المولارية ($S\ (mol/L)$) والذوبانية الغرامية ($S\ (g/L)$) لـ AgCl $(M = 143.5\ g/mol)$ في محلوله عند حالة الاتزان علماً $Ksp = 1.8\times10^{-10}$

الحل

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+} + Cl^{-}$$

$$S \qquad S \qquad S$$

$$Ksp = [Ag^{+}][Cl^{-}] = S\times S = S^2$$

$$S = \sqrt{1.8\times10^{-10}} = 1.34\times10^{-5}\ mol/L$$

$$S(AgCl)\ g/L = S(mol/L)\times M = 1.34\times10^{-5}\times143.5 = 192.5\times10^{-5}\ g/L$$

رحلة التفوق في السادس @

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س١٨ / ١٠٠٠

ما هو اقل دالة حامضية PH لمحلول يحتوي ايون الحديد III تركيزه 2×10^{-10} M التي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدأ راسب هيدروكسيد الحديد III بالظهور في المحلول ($K_{sp}(Fe(OH)_3 = 5\times10^{-38}$) ($\log 1.6 = 0.2$).

الحل

$$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{+3} + 3OH^-$$

$$2\times10^{-10} \quad 3S$$

$$K_{sp} = [Fe^{+3}][OH^-]^3$$

$$5\times10^{-38} = 2\times10^{-10} \times [OH^-]^3$$

$$[OH^-]^3 = \frac{5\times10^{-38}}{2\times10^{-10}} = 0.25\times10^{-27} \text{ mol/L}$$

$$[OH^-] = 0.627\times10^{-9} \text{ M}$$

$$[H^+] = \frac{1\times10^{-14}}{0.627\times10^{-9}}$$

$$[H^+] = 1.6\times10^{-5} \text{ M}$$

$$PH = -\log 1.6\times10^{-5}$$

$$PH = -(0.2-5) = 4.79$$

4.8

لاحظ بدقة .. ① للهيدروكسيدات الشحيحة الذوبان يطبق عليها نفس قوانين الاملاح الشحيحة مثل $Mg(OH)_2$ ، $Zn(OH)_2$ ، $Fe(OH)_3$

② جميع املاح الصوديوم Na^+ والبوتاسيوم K^+ والامونيوم NH_4^+ ، $AgNO_3$ ، $CaCl_2$ هي كثيرة الذوبان (ذائبة).

س / ١٠٠٠

ما عدد غرامات كرومات الفضة Ag_2CrO_4 ($M = 332$ g/mol) التي يمكن ان تذوب في 100ml من الماء المقطر ($K_{sp} = 1.1\times10^{-12}$) ($\sqrt[3]{0.275} = 0.65$)

الحل

$$Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^{-2}$$

$$2S \quad S$$

$$K_{sp} = [Ag^+]^2[CrO_4^{-2}] = 4S^3$$

$$1.1\times10^{-12} = 4S^3$$

$$S^3 = \frac{1.1\times10^{-12}}{4} = 0.275\times10^{-12} \text{ mol/L}$$

بالجذر التكعيبي للطرفين

$$S = 0.65\times10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$M = \frac{m\times1000}{M \times V}$$

$$m = \frac{0.65\times10^{-4}\times332\times100}{1000}$$

$$m = 2.16\times10^{-3} \text{ g}$$

لاحظ بدقة .. * يجب جعل الاس قابل للقسمة على (3) عند حساب الجذر التكعيبي
* اذا كان المطلوب الكتلة بالسؤال .. فيجب التفكير بالتركيز .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س٢٧ / ...

احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة (g/L) لهيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ علماً ان ($M = 99.4\ g/mol$) ($Ksp(Zn(OH)_2) = 1.2\times10^{-17}$)

الحل

$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$$
$$S \qquad 2S$$

$$Ksp = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$
$$= S\times(2S)^2 = 4S^3$$
$$1.2\times10^{-17} = 4S^3$$

$$S = \sqrt[3]{\frac{1.2\times10^{-17}}{4}} = 1.44\times10^{-6}\ mol/L$$

$$S(g/L) = S(mol/L)\times M$$
$$= 1.44\times10^{-6}\times99.4$$
$$= 1.43\times10^{-4}\ g/L$$

مثال اضافي ... / وزاري ١ / ٢٠١٠

اذا علمت ان قيمة pH للمحلول المائي لهيدروكسيد المغنيسيوم المشبع هي 10.3 احسب Ksp ؟ . ($\log 5 = 0.7$)

الحل

$$[H^+] = 10^{-pH}$$
$$= 10^{-10.3}\times10^{-11}\times10^{+11}$$
$$= 10^{0.7}\times10^{-11}$$
$$= 5\times10^{-11}\ mol/L$$

$$\therefore [OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{5\times10^{-11}} = 2\times10^{-4}M$$

$$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$$
$$S \qquad 2S$$

$$[Mg^{+2}] = 1\times10^{-4}M$$
$$[OH^-] = 2\times10^{-4}M$$
$$Ksp = [Mg^{+2}][OH^-]^2$$
$$= (1\times10^{-4})(2\times10^{-4})^2$$
$$= 4\times10^{-12}$$

مثال اضافي ...

ما عدد غرامات $BaSO_4$ اللازم اذابتها في لتر واحد من الماء المقطر للحصول على محلول مشبع علماً ان $Ksp(BaSO_4) = 1\times10^{-10}$ ، $M(BaSO_4) = 233\ g/mol$

الحل

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$S \qquad S$$

$$Ksp = S^2$$

$$\therefore S = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5}\ mol/L$$

$$S(mol/L) = \frac{S(g/L)}{M}$$

$$S(g/L) = 10^{-5}\times233 = 233\times10^{-5}\ g/L$$

$$\because V = 1L$$

$$\therefore m(BaSO_4) = 233\times10^{-5}\ g$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ٩ .../ اكمل الفراغات (تحتها خط متقطع) في الجدول ادناه.. $\sqrt[3]{15} = 2.47$
$\log 483.8 = 2.68$ ، $\sqrt{87} = 9.32$ ، $\log 8.7 = 0.94$ ، $\log 6 = 0.77$
$\log 144 = 2.15$

PKSP	KSP	الذوبانية	الملح
49.22	6×10^{-50}	2.47×10^{-17} mol/L	Ag_2S
4.06	87×10^{-6}	1.04 g/L	MgC_2O_4
92.32	483.8×10^{-95}	1.35×10^{-19} mol/L	Sb_2S_3
7.84	144×10^{-10}	0.02 g/L	$ZnSO_4$

الحل
1

$Ag_2S \rightleftharpoons 2Ag^+ + S^{-2}$
$\quad s \qquad 2s \qquad s$

$Ksp = [Ag^+]^2[S^{-2}]$
$6\times10^{-50} = (2S)^2(S) = 4S^3$
$S^3 = \frac{6\times10^{-50}}{4} = 1.5\times10^{-50}$ M
$S^3 = 15\times10^{-51}$ mol/L

$S = \sqrt[3]{15\times10^{-51}}$
$S = 2.47\times10^{-17}$ mol/L
$PKsp = -\log Ksp$
$= -(\log 6\times10^{-50})$
$= -(\log 6 - 50)$
$= -(0.77 - 50)$
$= 49.22$

2 الحل/
$PKsp = -\log Ksp$
$-4.06 = \log Ksp$
$Ksp = 10^{-4.06} \times 10^{-5} \times 10^{+5}$
$Ksp = 10^{0.94} \times 10^{-5}$
$Ksp = 8.7\times10^{-5}$

$MgC_2O_4 \rightleftharpoons Mg^{+2} + C_2O_4^{-2}$
$\quad s \qquad s \qquad s$

$Ksp = [Mg^{+2}][C_2O_4^{-2}]$
$Ksp = (S)(S) = S^2$

$S = \sqrt{8.7\times10^{-5}}$
$S = \sqrt{87\times10^{-6}}$
$S = 9.32\times10^{-3}$ mol/L
$S(mol/L) = \frac{S(g/L)}{M}$
$S(g/L) = 9.32\times10^{-3}\times112$
$= 1041.6\times10^{-3}$
$= 1.04$ g/L

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

3 الحل

$Sb_2S_3 \rightleftharpoons 2Sb^{+3} + 3S^{-2}$

$S \quad 2S \quad 3S$

$Ksp = [Sb^{+3}]^2 [S^{-2}]^3$

$= (2S)^2 (3S)^3 = 108(S^5)$

$Ksp = 108(1.35 \times 10^{-19})^5$

$Ksp = 483.8 \times 10^{-95}$

$PKsp = -\log Ksp$

$= -\log 483.8 \times 10^{-95}$

$= -(2.68 - 95)$

$= 92.32$

---

4 الحل

$M(ZnSO_4) = 65 + 32 + 64$

$= 160\ g/mol$

$S(ZnSO_4)\ mol/L = \frac{S(g/L)}{M}$

$= \frac{0.02}{160} = 12 \times 10^{-5}\ mol/L$

$ZnSO_4 \rightleftharpoons Zn^{+2} + SO_4^{-2}$

$S \quad S \quad S$

$Ksp = [Zn^{+2}][SO_4^{-2}]$

$= (S)(S) = S^2$

$Ksp = (12 \times 10^{-5})^2$

$= 144 \times 10^{-10}$

$PKsp = -\log 144 \times 10^{-10}$

$= -(2.15 - 10)$

$= 7.84$

أمثلة غير محلولة ...

1 مثال ../ اذا علمت ان الذوبانية المولارية الى $Fe(OH)_3$ هي $4.5 \times 10^{-10}\ M$ احسب قيمة Ksp .

2 مثال ../ قيمة Ksp الى BaF_2 هي 1.7×10^{-4} .. احسب تركيز Ba^{+2} ، F^{-1} في المحلول المشبع ثم احسب ذائبية الملح المولارية .

3 مثال ../ احسب Ksp الى MgF_2 $(M = 62\ g/mol)$ علماً ان الذوبانية الغرامية هي $0.062\ g/L$

رحلة التفوق في السادس @

@A_M_Z_F

Generated by CamScanner from intsig.com

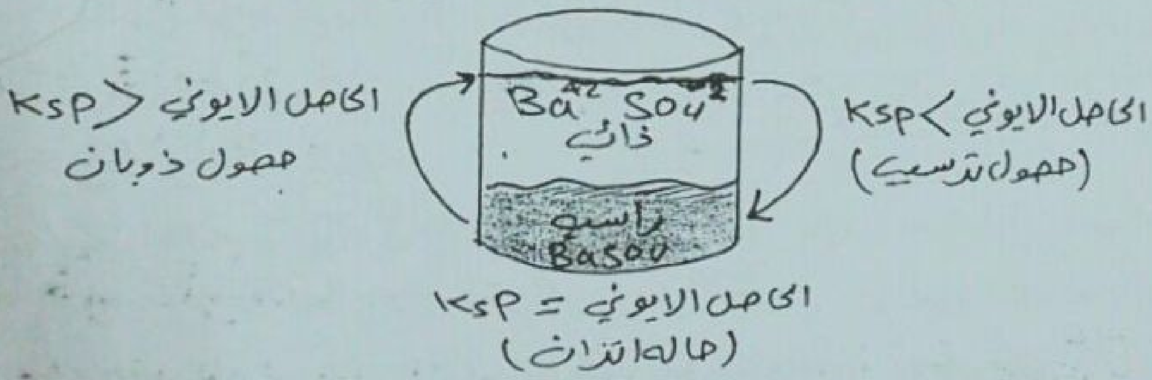
علاقة Ksp والحاصل الايوني .../

الحاصل الايوني ../ وهو حاصل ضرب تراكيز ايونات الراسب في المحلول مرفوعاً كل منها للأس الذي يمثل عدد مولاتها بمعادلة التفكك .

يمكن معرفة ان الملح يمر بمرحلة ترسيب (اتحاد الايونات للراسب) او في مرحلة الذوبان (تفكك الراسب لايوناته) من خلال المقارنة بين قيمة Ksp وقيمة الحاصل الايوني للملح .. وكما يلي ..

1. Ksp = الحاصل الايوني ⟸ حالة اتزان
2. Ksp > الحاصل الايوني ⟸ حصول الذوبان
3. Ksp < الحاصل الايوني ⟸ حصول الترسيب

$$BaSO_4 \underset{\text{ترسيب}}{\overset{\text{ذوبان}}{\rightleftharpoons}} Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$



مثال ../

اذا علمت ان $[F^-]$ في محلول معين $2\times10^{-2}M$ ، احسب ادنى تركيز لايون Ca^{+2} يكون لازماً وجوده في المحلول لبدء الترسيب لملح فلوريد الكالسيوم ($Ksp = 4.9\times10^{-11}$)

الحل

$$CaF_{2(s)} \rightleftharpoons Ca^{+2}_{(aq)} + 2F^{-1}$$

$$Ksp = [Ca^{+2}][F^-]^2$$

$$4.9\times10^{-11} = [Ca^{+2}](2\times10^{-2})^2$$

$$[Ca^{+2}] = \frac{4.9\times10^{-11}}{4\times10^{-4}} = 1.23\times10^{-7}M$$

فيكون ادنى $[Ca^{+2}]$ لترسيب CaF_2 الكرد 1.23×10^{-7}

> لاحظ بدقة ..
> اذا كان المطلوب ادنى تركيز عندها ناخذ كلمة (=) الاكبر .. واذا كان المطلوب اعلى تركيز .. ناخذ كلمة او اشارة الاصغر

رحلة التفوق في السادس @
Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ../ 2012/1

ان تركيز ايون الكالسيوم ($M = 40\ g/mol$) في بلازما الدم يساوي $0.1\ g/L$ فاذا كان تركيز ايون الاوكزالات فيه $1\times10^{-7}\ M$ .. فهل نتوقع ان يترسب اوكزالات الكالسيوم علماً ($PK_{sp} = 8.64$) ($\log 2.3 = 0.36$)

الحل

$$PK_{sp} = -\log K_{sp}$$
$$8.64 = -\log K_{sp}$$
$$\log K_{sp} = -8.64$$
$$K_{sp} = 10^{-8.64}$$
$$K_{sp} = 10^{-8.64} \times 10^{-9} \times 10^{+9}$$
$$= 10^{0.36} \times 10^{-9}$$
$$K_{sp} = 2.3\times10^{-9}$$

∵ $K_{sp} >$ الحاصل الايوني

∴ لا يحصل ترسيب

$$S(Ca^{+2})\ mol/L = \frac{S(Ca^{+2})\ g/L}{M\ Ca}$$
$$= \frac{0.1}{40} = 2.5\times10^{-3}\ M$$
$$CaC_2O_4 \longrightarrow Ca^{+2} + C_2O_4^{-2}$$
الحاصل الايوني $= [Ca^{+2}][C_2O_4^{-2}]$
$$= 2.5\times10^{-3} \times 10^{-7}$$
$$= 2.5\times10^{-10}\ mol/L$$

لاحظ بدقة ..
يتم حساب الحاصل الايوني من نفس علاقة K_{sp} ولكن بتراكيز معلومة من السؤال

اسئلة غير محلولة ..../

1 مثال../ ما اعلى [Cl^-] اللازم اضافته الى ($1L$) من محلول $AgNO_3$ تركيزه $0.01M$ لمنع ترسيب $AgCl$ ($K_{sp}(AgCl) = 1\times10^{-10}$)

2 مثال../ يحتوي محلول على Mg^{+2} بتركيز $0.01M$ ، وضح هل يترسب ام يذوب $Mg(OH)_2$ في المحلول اذا احتوى على OH^- بتركيز 1 $1\times10^{-5}M$ 2 $1\times10^{-4}M$ علماً ان ($K_{sp} = 1.2\times10^{-11}$) ؟

3 مثال../ ما ادنى تركيز للايون S^{-2} اللازم اضافته الى محلول $Ni(NO_3)_2$ تركيزه $1\times10^{-2}M$ لترسيب NiS علماً ان ذوبانية ذوبان NiS في المحلول المشبع $1\times10^{-12}M$ ؟

4 مثال../ ما اعلى تركيز الى SO_4^{-2} يلزم اضافتها الى ($1L$) من محلول $BaCl_2$ حيث عدد مولاته $10^{-4}\ mol$ قبل ان يبدأ $BaSO_4$ بالترسيب علماً ان قابلية ذوبان $BaSO_4$ هي $10^{-5}M$ 2012/2

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

العوامل المؤثره على الذوبانية .../

1 تأثير درجة الحراره ../

تزداد ذوبانية المواد الشحيحة الذوبان بزيادة درجة الحراره ، وتختلف مقدار الزياده من ماده الى اخرى .

* يصاحب ذوبان اي ماده امتصاص للطاقة للتغلب على قوى الترابط بين مكونات المذاب

* ارتفاع او انخفاض درجات الحراره ، يعتمد على الفرق بين الطاقة الممتصه والمتحرره .. وحسب قوانين الثرموداينميك (الفصل الثالث) .

2 تأثير الايون المشترك .../

ان ذوبانية الالكتروليت الضعيف (منها الاملاح الشحيحة الذوبان) تنخفض عند وجود زياده من ايونات مشتركة لهذه الماده في المحلول .. حسب قاعده لوشاتيلية ...

* ويستفاد من وجود الايون المشترك بالتحكم بذوبانية الرواسب

* الملح الشحيح الذوبان يمتلك قيمة من Ksp او ذوبانية مولارية اوذوبانية غرامية او احتواءه على محلول مشبع .

* يكتب معادله واحده للملح الشحيح اذا كان مذاباً بالماء ، ويرمز لتراكيز ايوناته بالرمز (S) ... ولكن يكتب معادلتين اذا كان مذاباً في محلول الايون المشترك ، واحده للملح الشحيح والثانية للالكتروليت القوي المضاف ويرمز لتراكيز ايونات الملح الشحيح بالرمز (y) .

* قابلية الذوبان في الماء اكبر من قابلية الذوبان في محلول الايون المشترك ولكن تبقى قيمة Ksp ثابتة لا تتغير .

* يهمل الجزء الخاص لتركيز الايون المشترك والعائد للماده الشحيحة الذوبان سواء كان معلوم او مجهول لانه قيمة صغيره جداً

* اذا كانت قابلية الذوبان بدلاله (g/L) يجب تحويلها الى (mol/L) .

* يمكن حساب نسبة الذوبانية لملح شحيح في وسطين مختلفين بالعلاقة التالية ../

$$\text{نسبة الذوبانية} = \frac{\text{الذوبانية المولارية في الماء}}{\text{الذوبانية المولارية في الايون المشترك}}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

البارجوع

مثال../

ما هي الذوبانية المولارية ليودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ ($Ksp = 1.57 \times 10^{-9}$) في مايلي 1 في الماء المقطر .. 2 في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 تركيزه $0.02M$ ثم قارن النتائج . ($\sqrt[3]{0.392} = 0.73$)

الحل

1

$$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3^{-1}$$
$$S \qquad S \qquad 2S$$

لاحظ بدقة ..
نكتب معادله واحد للملح في الماء ويكون رمز الذوبانية المولارية (S)

$$Ksp = [Ba^{+2}][IO_3^{-1}]^2$$
$$1.57 \times 10^{-9} = (S)(2S)^2 = 4S^3$$
$$\therefore S^3 = \frac{1.57 \times 10^{-9}}{4} = 0.392 \times 10^{-9}$$
$$\therefore S = \sqrt[3]{0.392 \times 10^{-9}} = 0.73 \times 10^{-3} = 7.3 \times 10^{-4}\ mol/L$$

2

$$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3^{-1}$$
$$y \qquad y \qquad 2y$$
$$KIO_3 \xrightarrow{\text{تاين تام}} K^{+} + IO_3^{-1}$$
$$0.02 \qquad 0.02 \qquad 0.02$$

لاحظ بدقة ..
نكتب معادلتين عند وجود الملح بمحلول ايون مشترك ويكون رمز الذوبانية المولارية (y)

تهمل قيمة (y) الخاصة للايون المشترك للملح الشحيح

$$\therefore Ksp = [Ba^{+2}][IO_3^{-1}]^2$$
$$1.57 \times 10^{-9} = (y)(0.02 + 2y)^2 \quad \text{(يهمل } 2y\text{)}$$
$$1.57 \times 10^{-9} = (y)(0.02)^2 \Rightarrow y = \frac{1.57 \times 10^{-9}}{4 \times 10^{-4}} = 3.9 \times 10^{-6}\ M$$

المقارنة

$$\text{نسبة الذوبانية} = \frac{\text{الذوبانية في الماء}}{\text{الذوبانية في الايون المشترك}} = \frac{7.3 \times 10^{-4}}{3.9 \times 10^{-6}} = \frac{187}{1}$$

∴ ذوبانية الملح بوجود الايون المشترك اقل بـ 187 مره من الذوبانية بالماء

ت 19 /...

اذا علمت ان قيمة Ksp لفلوريد المغنسيوم MgF_2 هي 6.5×10^{-9} .. احسب مايلي .. 1 الذوبانية المولارية للملح في الماء المقطر .. 2 احسب الذوبانية المولارية في محلول NaF تركيزه $0.1\ mol/L$ ثم قارن النتائج . $\sqrt[3]{1.625} = 1.175$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الحل

1) $MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$

$S \quad S \quad 2S$

$Ksp = [Mg^{+2}][F^-]^2$

$6.5\times10^{-9} = (S)(2S)^2 = 4S^3$

$S^3 = \frac{6.5\times10^{-9}}{4} = 1.625\times10^{-9} M$

$S = \sqrt[3]{1.625\times10^{-9}} = 1.18\times10^{-3} M$

2) $MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$

$y \quad y \quad 2y$

$NaF \xrightarrow{\text{تأين تام}} Na^+ + F^-$

$0.1 \quad 0.1 \quad 0.1$

علل../ الذوبانية بوجود الايون المشترك اقل منها في الماء

$Ksp = [Mg^{+2}][F^-]^2$

$6.5\times10^{-9} = (y)(0.1 + 2y)^2$ يهمل

$6.5\times10^{-9} = (y)(0.01)$

$y = \frac{6.5\times10^{-9}}{1\times10^{-2}} = 6.5\times10^{-7} M$

المقارنة

نسبة الذوبانية = الذوبانية بالماء / الذوبانية بالايون المشترك

نسبة الذوبانية $= \frac{1.18\times10^{-3}}{6.5\times10^{-7}}$

$= 0.1815\times10^{4}$

$= 1815$ مرة

ذوبانية الملح بالايون المشترك اقل ب 1815 مرة من الذوبانية بالماء

س2 ../

ما ذوبانية $BaCrO_4$ في محلول يكون فيه تركيز $BaCl_2$ (الكتروليت قوي) مساوياً 0.1M علماً أن $(Ksp(BaCrO_4) = 1.2\times10^{-10})$ ؟

الحل

$BaCrO_{4(s)} \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$

$y \quad y$

$BaCl_2 \xrightarrow{\text{تأين تام}} Ba^{+2} + 2Cl^-$

$0.1 \quad 0.1 \quad 2\times0.1$

$Ksp = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$

$1.2\times10^{-10} = (0.1 + y)(y)$ يهمل

$1.2\times10^{-10} = (0.1)(y)$

$y = \frac{1.2\times10^{-10}}{0.1}$

$y = 1.2\times10^{-9} mol/L$

س19 ../ جلد ملاحظة

احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة (g/L) لكبريتات الفضة Ag_2SO_4 (M = 314 g/mol) (PKsp = 4.92) في ماياتي .. 1) الماء النقي 2) محلول 0.15M لكبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 $(\sqrt[3]{3} = 1.4)$ $(\log 1.2 = 0.08)$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الحل

[1] $PKsP = -\log KsP$

$4.92 = -\log KsP$

$\log KsP = -4.92$

$KsP = 10^{-4.92} \times 10^{-5} \times 10^{+5}$

$KsP = 10^{0.08} \times 10^{-5}$

$KsP = 1.2 \times 10^{-5}$

$Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^{+} + SO_4^{-2}$

$\qquad\qquad\qquad 2S \qquad S$

$KsP = [Ag^{+}]^2 [SO_4^{-2}]$

$KsP = (2S)^2 (S) = 4S^3$

$4S^3 = 1.2 \times 10^{-5}$

$S^3 = \frac{1.2 \times 10^{-5}}{4} = 0.3 \times 10^{-5} M$

$S = \sqrt[3]{3 \times 10^{-6}} = 1.4 \times 10^{-2} M$

$S = 0.014 \ mol/L$

$S(g/L) = S(mol/L) \times M$

$= 0.014 \times 314$

$= 4.39 \ g/L$

[2]

$Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^{+1} + SO_4^{-2}$

$y \qquad 2y \qquad y$

$K_2SO_4 \longrightarrow 2K^{+} + SO_4^{-2}$

$0.15 \qquad 2\times0.15 \qquad 0.15$

$KsP = [Ag^{+1}]^2 [SO_4^{-2}]$

$1.2 \times 10^{-5} = (2y)^2 (0.15 + y)$ يهمل

$1.2 \times 10^{-5} = 4y^2 \times 0.15$

$1.2 \times 10^{-5} = 0.6 y^2$

$y^2 = \frac{1.2 \times 10^{-5}}{0.6} = 2 \times 10^{-5}$

$y = \sqrt{0.2 \times 10^{-4}}$

$y = 0.44 \times 10^{-2} = 0.004 M$

$y(g/L) = y(mol/L) \times M$

$y(g/L) = 0.004 \times 314$

$y(g/L) = 1.256 \ g/L$

[٣] تاثير الاس الهيدروجيني .../

تعتمد ذوبانية المواد التي يشكل ايون H^+ او ايون OH^- احد مكوناتها على تركيز ايون H^+ وبالتالي على قيمة PH .

أ - الهيدروكسيدات الشحيحة الذوبان ../

تتغير ذوبانية الهيدروكسيدات الشحيحة مع تغير قيمة PH من خلال تاثير الايون المشترك .

* ان العلاقة بين الذوبانية وقيمة PH هي علاقة عكسية (عام للهيدروكسيدات)

علل../ تزداد ذوبانية $Mg(OH)_2$ عند اضافة حامض لمحلوله المشبع ؟.

ج ../ وذلك لاتحاد ايونات H^+ المضافة مع ايونات OH^- الخاصة بالمركب لتكوين الماء .. مسبباً تفكك المركب لتعويض النقص الحاصل في ايونات OH^- (حسب قاعده لوشاتيلية) اي زياده ذوبانية $Mg(OH)_2$

$$Mg(OH)_2 \overset{\text{زياده الذوبانية}}{\rightleftharpoons} Mg^{+} + 2OH^- + H^+_{\text{المضاف}} \rightarrow H_2O$$

علل../ تنخفض ذوبانية $Mg(OH)_2$ عند اضافة قاعده لمحلوله المشبع ؟.

ج ../ وذلك بسبب تاثير الايون المشترك المتمثل بايونات OH^- حيث ان زيادتها بالمحلول تعمل على ترسيب $Mg(OH)_2$

$$Mg(OH)_2 \underset{\text{زياده الترسيب}}{\overset{\text{انخفاض الذوبانية}}{\rightleftharpoons}} Mg^{+2} + 2OH^- + OH^-_{\text{المضاف}}$$

(ايون مشترك)

لاحظ بدقة ../ ان التعليل اعلاه يشمل جميع الهيدروكسيدات الشحيحة الذوبان

ب- الاملاح المتعادله والقاعدية ../

* لا تتأثر الاملاح المتعادله (لامتلاك قرائن قوية) بتغير PH ..
* تزداد ذوبانية الاملاح القاعدية بالوسط الحامضي (تقل PH) ((علل)) وذلك لتفاعل القرين القوي للملح مع ايونات H^+ فيترجح التفاعل نحو اليمين وزياده الذوبانية .

$$BaF_2 \overset{\text{زياده الذوبانية}}{\rightleftharpoons} Ba^{+2} + 2F^- + H^+_{\text{المضاف}} \rightarrow HF$$

مثال ../
احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنسيوم $(K_{sp} = 1.8 \times 10^{-11})$ في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند $PH = 10.5$ $(\log 3.2 = 0.5)$

الحل

$$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-10.5} \times 10^{-11} \times 10^{+11}$$

$$[H^+] = 10^{0.5} \times 10^{-11} = 3.2 \times 10^{-11}\ mol/L$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{3.2\times10^{-11}} = 3.1\times10^{-4}\ mol/L$$

$$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$$

S   S 3.1×10^{-4}

رحلة التفوق في السادس @

$$Ksp = [Mg^{+2}][OH^-]^2$$

$$1.8\times10^{-11} = (S)(3.1\times10^{-4})^2 \Rightarrow S = \frac{1.8\times10^{-11}}{9.61\times10^{-8}} = 1.9\times10^{-4}\ M$$

ت ١٠٠/

احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول مائي تساوي ① PH = 6

② PH = 9 ثم ناقش النتائج علماً ان $Ksp(Zn(OH)_2) = 1.2\times10^{-17}$

الحل

① $[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-6}\ M$

$$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-6}} = 10^{-8}\ M$$

$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$$

S   S   2S

$$Ksp = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$

$$1.2\times10^{-17} = (S)(10^{-8})^2$$

$$S = \frac{1.2\times10^{-17}}{1\times10^{-16}} = 0.12\ M$$

② $[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-9}\ M$

$$[OH^-] = \frac{1\times10^{-14}}{1\times10^{-9}} = 10^{-5}\ M$$

$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$$

S   S   2S

$$1.2\times10^{-17} = (S)(10^{-5})^2$$

$$S = \frac{1.2\times10^{-17}}{1\times10^{-10}} = 1.2\times10^{-7}\ M$$

المناقشة

تقل ذوبانية $Zn(OH)_2$ بزيادة PH

علل ١٠٠/ تقل ذوبانية الهيدروكسيدات الشحيحة الذوبان بزيادة قيمة PH ؟.

ج ١٠٠/ ان زيادة PH تعني انخفاض تركيز H^+ وزيادة تركيز OH^- فيترجح التفاعل الخلفي مسبباً زيادة الترسيب وانخفاض الذوبانية

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مش ١٠٠٠ اختيارات

1) عدد الملي غرامات ليودات الباريوم ($M = 487\ \frac{g}{mol}$) ($K_{sp} = 1.57\times10^{-9}$) والتي يمكن ان تذوب في 150 ml من الماء النقي هي

أ- 34.4 mg ب- 44.4 mg د- 53.4 mg

2) التركيز المولاري Na^+ و SO_4^{-2} في محلول مائي لكبريتات الصوديوم تركيزها هو 0.4M هي ..

أ- $[SO_4^{-2}] = 0.4M$ ، $[Na^+] = 0.4M$

ب- $[SO_4^{-2}] = 0.4M$ $[Na^+] = 0.2M$

د- $[SO_4^{-2}] = 0.4M$ $[Na^+] = 0.8M$

3) قيم pH ، pOH لمحلول 0.05M من NaOH هي

أ- pH = 1.3 ، pOH = 12.7

ب- pH = 7 ، pOH = 7

د- pH = 12.7 ، pOH = 1.3

4) قيمة pOH لنترات الامونيوم المائية بتركيز 0.5M هي ..

أ- 7 ب- 9.22 د- 4.78

الاجوبة

1) $Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3^{-1}$

$S \quad 2S$

$K_{sp} = [Ba^{+2}][IO_3^-] = (S)(2S)^2 = 4S^3$

$4S^3 = 1.57\times10^{-9} \Rightarrow S = 0.732\times10^{-3}\ M$

$m = \frac{M \times V \times M}{1000} = \frac{0.732\times10^{-3}\times150\times487}{1000} = 0.0534\ g$

عدد الملي غرامات = 0.0534 × 1000 = 53.4 g (الاختيار د)

2) $Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na^{+1} + SO_4^{-2}$

$0.4 \quad 0 \quad 0$

$0 \quad 2\times0.4 \quad 0.4$

$\Rightarrow [Na^+] = 0.8M$ ، $[SO_4^{-2}] = 0.4M$ (الاختيار د)

3) $NaOH \longrightarrow Na^{+1} + OH^-$

$0.05 \quad 0.05 \quad 0.05$

$\Rightarrow pOH = -\log[OH^-] = -\log 0.05 = 1.3$

$pH = 14 - 1.3 = 12.7$ ⟹ الاختيار (أ)

4) ب الاختيار (تحلل)

5) د الاختيار (قاعدي)

Generated by CamScanner from intsig.com @A_M_Z_F

امثلة خير محلول ../..

[1] مثال ../ ٩٩/٢

اذا علمت ان قابلية ذوبان $BaSO_4$ في محلوله المشبع المائي هي 10^{-5} ، احسب تركيز حامض الكبريتيك الذي يحافظ على $[Ba^{+2}]$ مساوياً الى $10^{-9}M$

[2] مثال ../ ٢٠٠٥/١

احسب تركيز ايونات الباريوم في محلول كاربونات الباريوم الذي يحتوي على $0.01M$ من Na_2CO_3 علماً ان $Ksp(BaCO_3) = 81\times10^{-10}$

[3] مثال ../

اذا علمت ان تركيز ايونات الرصاص في محلوله المائي المشبع لكاربونات الرصاص $PbCO_3$ هي $1\times10^{-5}M$ ../ احسب تركيزه في محلول $0.01M$ من نترات الرصاص .

[4] مثال ../

ما مقدار قابلية الذوبان $BaSO_4$ $(Ksp = 1\times10^{-10})$ في الحالات التالية

[1] في محلوله المائي المشبع

[2] بعد اضافة $0.1ml$ من محلول $10M$ الى H_2SO_4 الى لتر من محلول $BaSO_4$ المشبع

[3] ما قيمة PH المحلول بعد الاضافة $(\log 2 = 0.3)$

[5] مثال ../

جد قابلية ذوبان $Zn(OH)_2$ في محلول $0.01M$ من $NaOH$ علماً ان PH محلول $Zn(OH)_2$ المائي المشبع تساوي 10

[6] ٢٠٠٤/١

وضح متى تزداد قابلية الذوبان $PbSO_4$ مع ذكر السبب ؟

اعداد .. خالد عبد الحسن الانباري

ش .. طالب السهيل للمتميزين

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الفصل الرابع../

تفاعلات التأكسد والاختزال والكيمياء الكهربائية

الكيمياء الكهربائية../

فرع من فروع الكيمياء، تهتم بالتحولات بين الطاقة الكيميائية والكهربائية، اي تهتم بالتفاعلات التي تحصل نتيجة امرار التيار الكهربائي والتفاعلات التي تؤدي الى نشوء تيار كهربائي

التطبيقات.../

1) تصميم واستعمال البطاريات والنضائد لتشغيل الاجهزه الكهربائية وتشغيل السيارات.
2) في عمليات الطلاء والترسيب الكهربائي للاوعية والمعدات والاجهزه.
3) تصنيع الدوائر الالكترونية المطبوعه.
4) تنقية الفلزات وتحضير بعض العناصر.

أعداد التأكسد.../

عدد موجب او سالب، يظهر على الذره في جزيئة المركب نتيجة فقدانها او اكتسابها لالكترون واحد او اكثر.

* يمكن حساب اعداد التأكسد من خلال احدى القاعدتين..

1) المجموع الجبري لاعداد تأكسد ذرات المركب المتعادل يساوي صفراً
2) المجموع الجبري لاعداد تأكسد ذرات ايون متعدد الذرات يساوي شحنة الايون

ملاحظات.../

1) عدد تأكسد العنصر الحر (غير المتحد) يساوي صفراً (Na ، O_2 ، P_4)
2) عدد تأكسد الايون احادي الذره يساوي الشحنة على الايون (Li^{+1} فان عدد تأكسده (+1) و O^{-2} فان عدد تأكسده = (-2) ، Fe^{+3} فان عدد تأكسده (+3))
3) عدد تأكسد الهيدروجين هو (+1) ماعدا الهيدريدات فيكون (-1) مثل NaH.
4) عدد تأكسد الاوكسجين (-2) ماعدا البيروكسيدات فيكون (-1) مثل H_2O_2 -
5) عدد تأكسد عناصر الزمرة الاولى (+1) مثل Li ، Na ، K ، Rb

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

وثم .. المتميزين

حالة الايجابي

6- عدد تأكسد عناصر الزمرة الثانية (+2) مثل Be , Mg , Ca , Sr

7- 〃 〃 〃 الثالثة (+3) مثل B , Al , Ga , In

8- على الاغلب .. يكون عدد تأكسد الهالوجينات (-1) وتشمل [F , Cl , Br , I]

* تمتاز الذرات التي لها أكثر من عدد تأكسد واحد ، بالوان مختلفة حسب اعداد تأكسدها
* تم اعتبار (الصفر) كاحد حالات اعداد التأكسد للذرات .

مثال ..

حدد اعداد تأكسد ماتحته خط للمركبات والايونات التالية .. ؟ .

1- $\underline{Na}Cl$

$Na + (-1) = 0$

$Na = +1$

2- $H_2\underline{P}O_4^-$

$2\times1 + P + (4\times-2) = -1$

$P = +5$

3- $\underline{F}_2$ (عنصر)

$F = 0$

4- $K\underline{Cl}$

$1 + Cl = 0$

$Cl = -1$

5- $\underline{P}O_4^{-3}$

$P + (4\times-2) = -3$

$P = +5$

6- $\underline{Ba}O$

$Ba + (1\times-2) = 0$

$Ba = +2$

7- $\underline{Mg}^{+2}$

$Mg = +2$ عدد تأكسد يمثل شحنة الايون

8- $\underline{S}O_2$

$S + (2\times-2) = 0$

$S = +4$

س 1 ...

احسب عدد تأكسد ماتحته خط لما يلي ..

1- $Na\underline{I}O_3$ $(1\times1) + I + (3\times-2) = 0 \Rightarrow I = +5$

2- $K_2\underline{Cr}_2O_7$ $(2\times1) + 2Cr + (7\times-2) = 0 \Rightarrow Cr = +6$

3- $\underline{Mn}O_4^{-1}$ $Mn + (4\times-2) = -1 \Rightarrow Mn = +7$

4- $H\underline{P}O_4^{-2}$ $(1\times1) + P + (4\times-2) = -2 \Rightarrow P = +5$

5- $H_2\underline{C}O_3$ $(2\times1) + C + (3\times-2) = 0 \Rightarrow C = +4$

6- $H_2\underline{S}O_4$ $(2\times1) + S + (4\times-2) = 0 \Rightarrow S = +6$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

تفاعلات التاكسد والاختزال .... /

وهي التفاعلات التي يحصل فيها انتقال الالكترونات من ذره الى اخرى ، حيث يحصل تاكسد للذره الفاقده واختزال للذره المكتسبة مثل صدأ الحديد واحتراق الوقود .

* يتضمن التعريف القديم فقدان (تاكسد) او اكتساب (اختزال) للاوكسجين .
* التاكسد والاختزال عمليتان متلازمتان متعاكستان يحدثان بوقت واحد .
* يساعد معرفة اعداد التاكسد في معرفة ان التفاعل نوع اكسده واختزال او من نوع آخر .
* الذره التي تتاكسد هي عامل مختزل ، والذره التي تختزل هي عامل مؤكسد

$$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$$

(تاكسد: Na ← NaCl ، اختزال: Cl_2 ← NaCl)

التاكسد ... / تغير كيميائي يصحبه فقدان في الالكترونات من ذره او مجموعه من الذرات ، ويؤدي الى زياده في اعداد التاكسد .

$$Na^{0} \xrightarrow{\text{تاكسد}} Na^{+1} + e^{-}$$

(فقدان الكترون)

للتفاعل اعلاه ، يمثل تكوين ايونات الصوديوم عملية تاكسد ، ويتغير عدد التاكسد (٠ ← +١) (زياده)

الاختزال ... / تغير كيميائي تكتسب فيه الذره او مجموعه من الذرات الالكترونات وتؤدي الى نقصان في عدد تاكسد العنصر .

$$Cl_2^{0} + 2e^{-} \xrightarrow{\text{اختزال}} 2Cl^{-1}$$

(اكتساب $2e^{-}$)

للتفاعل اعلاه ، يمثل تكوين ايونات الكلور عملية اختزال ، ويتغير عدد التاكسد (٠ ← -١) (نقصان)

* لمعادلات الاكسدة والاختزال نصفين من التفاعل ، نصف للتاكسد وآخر للاختزال
* الالكترونات المفقوده تكتب بجهة النواتج ، والمكتسبة تكتب بجهة المتفاعلات .
* يجب ان يكون عدد الالكترونات المفقوده بالتاكسد مساوية لعدد الالكترونات المكتسبة بالاختزال حتى يمكن حذفها داالحصول على التفاعل العام
* للتفاعل اعلاه يجب ضرب تفاعل التاكسد (x2) ليتساوى عدد الالكترونات المفقوده مع المكتسبة .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$2Na^{0} \longrightarrow 2Na^{+} + 2e^{-}$ تأكسد

$Cl_2^{0} + 2e^{-} \longrightarrow 2Cl^{-}$ اختزال

بالجمع

$2Na^{0} + Cl_2^{0} \longrightarrow 2Na + 2Cl^{-}$ تفاعل تام

مثال...

اي من التفاعلات التالية هو تفاعل اكسدة واختزال ؟

1. $\overset{5}{P}\overset{-1}{Cl_5} + 4\overset{1}{H_2}\overset{-2}{O} \longrightarrow \overset{1}{H_3}\overset{5}{P}\overset{-2}{O_4} + 5\overset{1}{H}\overset{-1}{Cl}$
2. $Cu^{0} + 4\overset{1}{H}\overset{5}{N}\overset{-2}{O_3} \longrightarrow Cu^{+2}(\overset{5}{N}\overset{-2}{O_3})_2 + 2\overset{4}{N}\overset{-2}{O_2} + 2\overset{1}{H_2}\overset{-2}{O}$
3. $C^{0} + 2S^{0} \longrightarrow \overset{+4}{C}\overset{-2}{S_2}$

الحل

ج١.. لا يعتبر تفاعل اكسدة اختزال .. لان جميع العناصر لم يحصل تغير في اعداد تأكسدها .

ج٢.. يعتبر تفاعل اكسدة اختزال .. لحصول تأكسد للنحاس لانه فقد $2e^{-}$ وتغير عدد تأكسدة ($0 \leftarrow +2$) .. وحصول الاختزال للنتروجين لانه اكتسب الكترون واحد وتغير عدد تأكسدة ($+5 \leftarrow +4$) .

ج٣.. يعتبر تفاعل اكسدة اختزال .. لحصول تأكسد للكاربون ($0 \leftarrow +4$) واختزال الكبريت ($0 \leftarrow -2$) ..

مثال..

حدد الذرات التي تعاني تأكسداً والتي تعاني اختزالاً للتفاعلات التالية مع كتابة انصاف التفاعل للتأكسد والاختزال ؟ .

1. $Cl_2 + 2I^{-} \longrightarrow 2Cl^{-} + I_2$
2. $Mg + Fe^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Fe$

الحل

1. $2I^{-} \longrightarrow I_2^{0} + 2e^{-}$ تأكسد

$Cl_2^{0} + 2e^{-} \longrightarrow 2Cl^{-}$ اختزال

بالجمع

$2I^{-} + Cl_2^{0} \longrightarrow 2Cl^{-} + I_2^{0}$ تفاعل تام

لاحظ بدقة... تكتب الالكترونات جهة النواتج عند التأكسد وجهة المتفاعل عند الاختزال

2. $Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^{-}$ تأكسد

$Fe^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Fe$ اختزال

بالجمع

$Mg + Fe^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Fe$ تفاعل تام

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س../

حدد الذرات التي تعاني تأكسد واختزال مع كتابة انصاف التفاعلات ؟

1. $Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu^{\circ}$
2. $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$

الحل.

1. نلاحظ ان الخارصين قد زاد عدد تأكسدة ($\circ \rightarrow +2$) فهو يعاني تأكسداً، اما النحاس فقد قل عدد تأكسده ($+2 \rightarrow \circ$) فهو يعاني اختزال

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2\bar{e}$ تأكسد

$Cu^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Cu^{\circ}$ اختزال

$Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu^{\circ}$

2. نلاحظ ان المغنسيوم قد زاد عدد تأكسده ($\circ \rightarrow +2$) وهذا تأكسداً اما الهيدروجين فقد قل عدد تأكسدة ($+1 \rightarrow \circ$) وهذا اختزال

$Mg^{\circ} \longrightarrow Mg^{+2} + 2\bar{e}$ تأكسد

$2H^{+} + 2\bar{e} \longrightarrow H_2$ اختزال

$Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$

العامل المختزل ../ وهي المادة التي تتأكسد (لفقدانها الالكترونات) وتسبب اختزالاً لمادة اخرى.

العامل المؤكسد ../ وهي المادة التي تختزل (لاكتسابها الالكترونات) وتسبب تأكسداً لمادة اخرى.

تأكسد ($Cu^{\circ} \rightarrow Cu^{+2}$) — اختزال ($N^{+5} \rightarrow N^{+4}$)

$Cu^{\circ} + 4H\overset{+5}{N}O_3 \longrightarrow \overset{+2}{Cu}(NO_3)_2 + 2\overset{+4}{N}O_2 + 2H_2O$

Cu°: عامل مختزل — HNO_3: عامل مؤكسد

> **لاحظ بدقة ..**
> كل مادة تعاني تأكسداً فهي عامل مختزل وكل مادة تعاني اختزال فهي عامل مؤكسد

مثال ../

حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل للتفاعلات التالية ؟

1. $Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4(aq)} + Cu_{(s)}$
2. $Cu_{(s)} + 2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

الحل

1) $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ تأكسد ⇐ عامل مختزل

$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu^0$ اختزال ⇐ عامل مؤكسد

2) $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ تأكسد ⇐ عامل مختزل

$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag^0$ اختزال ⇐ عامل مؤكسد

س٣ ...

حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل للتفاعلات التالية ؟

1) $2C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)}$

2) $Mg_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow MgCl_{2(s)}$

3) $Mg_{(s)} + Fe^{+2}_{(aq)} \rightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + Fe_{(s)}$

الحل

1) $2C \rightarrow 2C^{+2} + 4e^-$ تأكسد ⇐ عامل مختزل

$O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{-2}$ اختزال ⇐ عامل مؤكسد

2) $Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ تأكسد ⇐ عامل مختزل

$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ اختزال ⇐ عامل مؤكسد

3) $Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ تأكسد ⇐ عامل مختزل

$Fe^{+2} + 2e^- \rightarrow Fe$ اختزال ⇐ عامل مؤكسد

س٤ ...

للتفاعل التالي اي مما يأتي تم اختزاله ($2K + Br_2 \rightarrow 2K^{+1} + 2Br^{-1}$)

الحل

نلاحظ ان Br_2 تم اختزاله باستخدام (K) حيث قل عدد تأكسده (0 ← -1) وقد عانى (K) تأكسداً لزيادة عدد تأكسده (0 ← +1)

$2K \rightarrow 2K^+ + 2e^-$ تأكسد

$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ اختزال

$2K + Br_2 \rightarrow 2K^+ + 2Br^-$

س١٥ ..

للتفاعل التالي .. حدد العامل المختزل والمؤكسد ..

$AgNO_2 + Cl_2 + 2KOH \rightarrow AgNO_3 + 2KCl + H_2O$

الحل

العامل المؤكسد ⇐ Cl_2 لانه عانى اختزالاً Cl (0 ← -1)

العامل المختزل ⇐ $AgNO_3$ لانه عانى تأكسداً N (+3 ← +5)

Generated by CamScanner from intsig.com @A_M_Z_F

س٣/ ...

اي تفاعل هو تفاعل اكسده واختزال ؟

1) $Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$
2) $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$
3) $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$
4) $SiBr_4 + 3H_2O \longrightarrow H_2SiO_3 + 4HBr$
5) $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

الحل / لكل من فرع 1 ، 4 .... لا يعتبر تفاعل اكسدة واختزال ، لعدم حصول تغيير باعداد تاكسد العناصر خلال المعادلة .
2 و 3 ، 5 يعتبران تفاعلات اكسده واختزال وهي كما يلي :-

2) يحصل تاكسد Na (0 ← +1) واختزال Cl_2 (0 ← -1) ..
3) يحصل تاكسد للاوكسجين (-2 ← 0) واختزال للكلور (+5 ← -1)
5) يحصل تاكسد للخارصين (0 ← +2) واختزال Cu (+2 ← 0) .

ملاحظة .. ان $KClO_3$ يحتوي على عنصرين احدهما عانى اختزال والاخر عانى تاكسد

الخلايا الكهروكيميائية :-

تتكون الخلايا الكهروكيميائية من قطبين ، احدهما موجب او الانود والثاني هو القطب السالب او الكاثود ، ويكون كلا القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي تشترك مكوناته في تفاعلات الاكسدة والاختزال التي تجري على سطحي القطبين .

وتقسم الى قسمين

1) الخلايا الكلفانية (الفولتائية)
2) الخلايا الالكتروليتية (خلايا التحليل الكهربائي)

قطب العنصر :- ذلك العنصر المغمور في محلول ايوناته او في حالة تماس مع محلول يحتوي على ايونات ذلك العنصر .

الانود (القطب الموجب) :- وهو القطب الذي تجري عنده عملية التاكسد والذي يكون مصدراً للالكترونات .

الكاثود (القطب السالب) :- وهو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال والذي تتحول اليه الالكترونات المنتقلة من الانود .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الخلايا الكلفانية (الفولتائية) ---/ وزاري

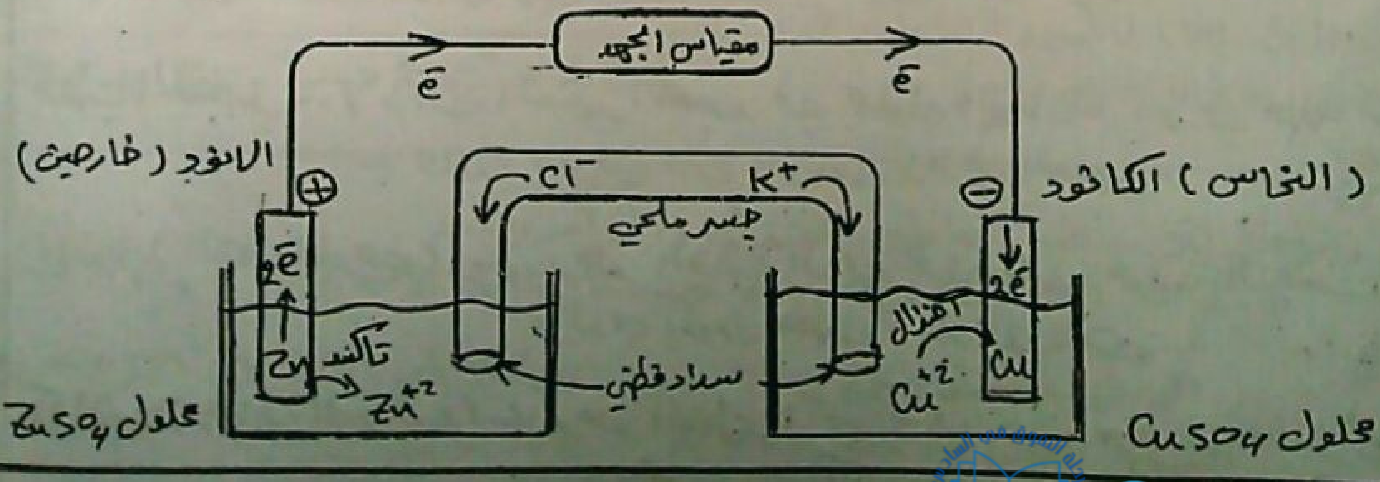
وهي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً لتوليد تيار كهربائي مثل خلية دانيال.

مكونات خلية دانيال --/

1. قطب الخارصين --/ وهو لوح خارصين مغمور في محلول كبريتات الخارصين ، ويمثل القطب الموجب (الانود) وهو مصدر الالكترونات وتجري عنده عملية التأكسد.
2. قطب النحاس --/ لوح من النحاس مغمور في محلول كبريتات النحاس ، ويمثل القطب السالب (الكاثود) وهو مستلم الالكترونات ، وتجري عنده عملية الاختزال.
3. سلك توصيل خارجي --/ وهو للتوصيل بين القطبين وانتقال الالكترونات خارجياً من الانود (الخارصين) الى الكاثود (النحاس) اي تتم من خلاله حركة الالكترونات.
4. جسر ملحي --/ عبارة عن انبوب زجاجي على شكل الحرف U مقلوب ، يحتوي على محلول الكتروليتي خامل لا يتغير كيميائياً خلال العملية ، مثل KCl ، KNO_3 ، K_2SO_4 مثبتة بداخل الانبوبة مادة الاكار. وزاري

الاهمية ---/ 1. اكمال الدائرة الكهربائية (الداخلية)
2. تنتقل خلاله الايونات الموجبة باتجاه القطب السالب (كاثود) وتنتقل الايونات السالبة باتجاه القطب الموجب (الانود) ، اي تتم من خلاله حركة الايونات بين محلولي القطبين دون امتزاجهما.

* الاكار --/ مادة صمغية طبيعية تكون سائلة عند تسخينها ، وتتصلب بدرجة حرارة الغرفة ، وتستخدم لتثبيت مكونات الجسر الملحي داخل الانبوبة



Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

* يجب فصل محلولي كبريتات النحاس عن كبريتات الخارصين ((علل)) لان وضعهما خلاف ذلك يؤدي الى تفاعل ايونات Cu^{+2} مع لوح الخارصين مباشرة فلا يمكن الحصول على تيار كهربائي خلال السلك الخارجي (تتولد طاقة حرارية فقط).

* تجري داخل خلية دانيال تفاعلات اكسدة واختزال، وهي تفاعلات نصفي خلية عند الاقطاب وهي كما يلي

قطب Zn الانود (تأكسد) $Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2\bar{e}$

قطب Cu الكاثود (اختزال) $Cu^{+2}_{(aq)} + 2\bar{e} \longrightarrow Cu_{(s)}$

التفاعل العام $Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

* يذوب لوح الخارصين تدريجياً لان كل ذره خارصين تفقد ($2\bar{e}$) فهو يعاني تأكسداً اي يتحول الخارصين الصلب الى ايونات الخارصين ... اما النحاس فسوف يزداد سمكه تدريجياً لان الالكترونات القادمه من الخارصين تعمل على تحويل ايونات النحاس Cu^{+2} بالمحلول الى نحاس لانه يعاني اختزالاً.

* يتوقف التفاعلات في الخلايا الكلفانية (دانيال) (اي يتوقف توليد التيار الكهربائي) عند استهلاك لوح الخارصين او نفاذ ايونات النحاس Cu^{+2}

أتجاه سريان الالكترونات والايونات ..../

تتأكسد ذرات الخارصين الى ايونات الخارصين مع تحرير الالكترونات، حيث تبقى Zn^{+2} في المحلول وتنتقل الالكترونات عبر السلك الخارجي الى قطب النحاس مسبباً اختزال ايوناته التي في المحلول، فتتحول هذه الايونات الى ذرات النحاس التي تترسب على القطب.

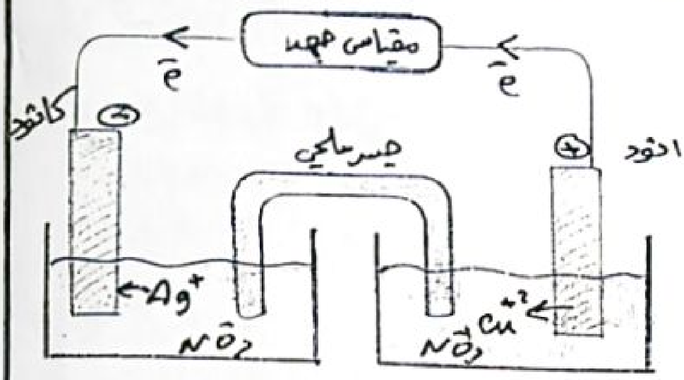
اما ايونات SO_4^{-2} المتبقية بالمحلول (لقطب النحاس) فتنتقل عبر الجسر الملحي الى محلول كبريتات الخارصين .. وتنتقل ايونات K^+ الى كبريتات النحاس حيث ان هذه التفاعلات تحدث تلقائياً حال اكتمال الدائره الكهربائية.

مثال /..

اذا علمت ان التفاعل التالي يحدث تلقائياً في الخلية الكلفانية الموضحة ادناه.. وحسب التفاعل ($Cu + 2Ag^+ \longrightarrow Cu^{+2} + 2Ag$) تجد مايلي

1. اكتب تفاعلات نصفي الخلية .. 2. اتجاه سريان الالكترونات عبر السلك الخارجي واتجاه حركة الايونات عبر الجسر الملحي المملوء بماده KNO_3 ؟

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F



الحل
1

الانود / تاكسد $Cu_{(s)} \rightarrow Cu^{+2} + 2\bar{e}$

كاثود / اختزال $2Ag^+ + 2\bar{e} \rightarrow 2Ag_{(s)}$

2 تسري الالكترونات عبر السلك الخارجي من الانود (النحاس) الى الكاثود (قطب الفضة) .. بينما تتحرك ايونات K^+ عبر الجسر الملحي باتجاه القطب السالب (الكاثود) وتتحرك NO_3^{-1} باتجاه القطب الموجب (الانود) .

امثله محلوله وغير محلوله ../

1 مثال ../

حدد مايلي .. 1 تفاعلات نصفي الخلية .. 2 اتجاه سريان الالكترونات والايونات علماً ان الجسر الملحي مكون من محلول KCl .. وحسب التفاعل التلقائي التالي

$$Cd_{(s)} + Pb^{+2} \longrightarrow Cd^{+2} + Pb_{(s)}$$

الحل

1 الانود / تاكسد $Cd \longrightarrow Cd^{+2} + 2\bar{e}$

الكاثود / اختزال $Pb^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Pb$

2 تسري الالكترونات عبر السلك الخارجي من الانود (قطب الكادميوم) الى الكاثود (قطب الرصاص) ، بينما تتحرك ايونات K^{+1} عبر الجسر الملحي باتجاه القطب السالب وايونات (Cl^-) باتجاه القطب الموجب .

2 حدد الذرات التي تعاني تاكسد واختزال والعامل المؤكسد والمختزل للتفاعلات التالية ..

1 $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + E$

2 $2Al + H_2SO_4 \longrightarrow SO_2 + Al_2O_3 + H_2O$

3 $4Fe_{(s)} + 3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + E$

4 $6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{ضوء} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ عملية التركيب الضوئي

5 $2Mg + SO_2 \longrightarrow 2MgO + S$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

جهود الاقطاب وجهد الخلية ...

جهد القطب ..: وهو فرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول ايوناته ، وهو على نوعين ..

1- جهد التاكسد (E_{ox}) ..: مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات (ميل التاكسد)

$$Zn^{0}_{(s)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2\bar{e}$$

2- جهد الاختزال (E_{red}) ..: مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات (ميل الاختزال)

$$Zn^{+2}_{(aq)} + 2\bar{e} \longrightarrow Zn^{0}_{(s)}$$

جهد الخلية E_{cell} (القوة الدافعة الكهربائية emf) ..:
وهي اكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين في الخلية الكلفانية . وتسمى بالقوة الدافعة الكهربائية بالرغم من ان دلالة الاسم هي لقياس الجهد وليس للقوة.

* يقاس جهد الخلية بجهاز الفولتميتر (مقياس الجهد) ووحدته هي الفولت .
* يعتمد جهد الخلية على ..:
  - أ- طبيعة الاقطاب والايونات .
  - ب- تراكيز الايونات .
  - جـ- درجة الحرارة التي تعمل عندها الخلية .

* جهد الخلية يساوي مجموع جهدي التاكسد والاختزال وكما يلي ..

$$E_{cell} = E_{ox} + E_{red}$$

وبما ان التاكسد يحدث عند الانود والاختزال عند الكاثود ، تصبح العلاقة كما يلي.

$$E_{cell} = E_{anode} + E_{cathode}$$

وعند قياس جهود الاقطاب عند الظروف القياسية (درجة 25°C وضغط 1atm والتراكيز المولارية لايونات محاليل القطبين 1M) فتصبح العلاقة ..:

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathode}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

* عند قياس جهد الخلية في الظروف القياسية ، يسمى جهد قياسي ($E^\circ cell$).
* وحدة جهد التأكسد والاختزال والجهد الكهربائي هي الفولت (V).

علل .. لا يمكن قياس جهد القطب لوحده (٢٠٠٧/٢). ؟

ج .. لأنه لا يمكن عمل خلية من قطب واحد وقياس جهدها ، حيث لا يمكن حصول عملية تأكسد بصورة مستقلة دون حصول عملية الاختزال بنفس الوقت.

قطب الهيدروجين القياسي SHE ..

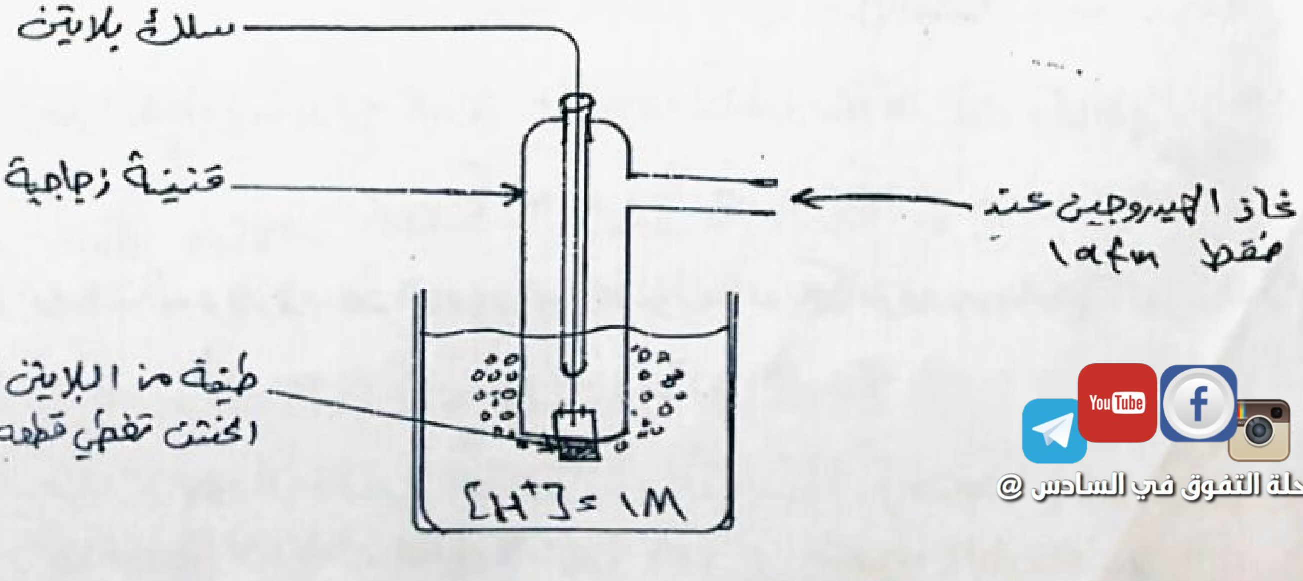
تم اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع لاستعماله في قياس جميع جهود الاقطاب الاخرى للاسباب التالية :-

أ - لان جهده القياسي معروف.

ب - لانه عنصر نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر ، فيمكن استخدامه كقطب انود او كاثود.

مكوناته ..

يتكون قطب الهيدروجين القياسي من انبوبة زجاجية ، يمرر بها غاز الهيدروجين بشكل فقاعات بضغط 1 atm وبدرجة 25 م° في محلول يحتوي على ايوناته مثل محلول HCl تركيزه 1M ، ويوجد اسفل الانبوبة الزجاجية على سلك من البلاتين مغطى بطبقة خشنة من البلاتين الاسود.



(قطب الهيدروجين القياسي)

رحلة التفوق في السادس @
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

* تم اعتبار جهد الهيدروجين القياسي مساوياً للصفر فولت .

$$E^{\circ}_{H_2} = 0.0\,V$$

* يمكن استخدام قطب الهيدروجين القياسي انوداً ، فتحدث عنده عملية التاكسد ويتحول غاز الهيدروجين الى ايونات الهيدروجين فيزداد $[H^+]$ وتقل PH .

$$H_{2\,(g)} \xrightarrow{\text{تأكسد}} 2H^+_{(aq)} + 2\bar{e} \qquad E^{\circ}_{anode} = 0.0\,V$$

* يمكن استخدام قطب الهيدروجين القياسي كاثوداً ، فتحدث عنده عملية الاختزال ويتحول ايونات H^+ لغاز H_2 فيقل $[H^+]$ ويزداد PH .

$$2H^+_{(aq)} + 2\bar{e} \xrightarrow{\text{اختزال}} H_{2\,(g)} \qquad E^{\circ}_{cathode} = 0.0\,V$$

علل /-- استخدام عنصر البلاتين في قطب الهيدروجين القياسي ..؟ وزاري

ج /-- لان البلاتين مادة خاملة لا تعاني تأكسداً ولا اختزال وهي تعمل على مايلي

1. توفير سطح للقطب يمكن تفككه جزيئات الهيدروجين عليه .
2. توفير وسيلة لحدوث تماس كهربائي مع الدائرة الخارجية .

الاهمية /--

يستخدم قطب الهيدروجين القياسي لقياس الجهود القياسية للاقطاب الاخرى من خلال ربط القطب المراد قياس جهده مع قطب الهيدروجين القياسي لعمل خلية ، فيكون جهد الخلية مساوياً لجهد ذلك القطب لان جهد قطب الهيدروجين يساوي صفر .

لاحظ بدقة /--

1. الجهد القياسي للاقطاب يمثل جهد الاختزال القياسي لها .
2. الجهد القياسي لاي خلية يكون قطب الهيدروجين القياسي احد اقطابها مساوياً للجهد القياسي للقطب المربوط معه .
3. جهد التاكسد لاي قطب مساوياً لجهد اختزاله بعكس الاشارة ، فمثلاً جهد تاكسد الليثيوم هو $(+3.04\,V)$ فان جهد اختزال ايونات الليثيوم هي $(-3.04\,V)$

جهد التاكسد عكس اشاره جهد الاختزال

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال ..\
خلية مكونة من قطب الخارصين (انود) وقطب الهيدروجين القياسي (SHE) (كاثود) جد الجهد القياسي لقطب الخارصين علماً ان جهد الخلية القياسي $+0.763\ V$

الحل

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$$
$$0.763 = E_{anode} + 0$$
$$E^\circ_{anode} = +0.763\ V$$ جهد التاكسد القياسي

∴ جهد الاختزال القياسي للخارصين هو $-0.763\ V$

لاحظ بدقة
جهد التاكسد عكس اشاره جهد الاختزال

علاقة جهود الاختزال بالعوامل المؤكسدة والمختزلة ..

تعتبر قيم جهود الاختزال مقياساً عملياً للقدرة على التاكسد والاختزال، حيث كلما قلت جهود الاختزال زادت سهوله تاكسدها اي زياده قوتها كعامل مختزل (تناسب عكسي).

مثلاً يمتلك الفلور اعلى جهد اختزال قياسي ($+2.87\ V$) فتكون F^{-1} عامل مختزل ضعيف (صعب التاكسد).

ويمتلك الليثيوم اقل جهد اختزالي من كل العناصر ($-3.04\ V$) فان Li^{+1} يعتبر عامل مؤكسد ضعيف

س٢ ..

اي ماده في الازواج التالية هي الافضل كعامل مؤكسد تحت الظروف القياسية علماً ان $E^\circ Ag^{+1}/Ag = 0.80\ V$ ، $E^\circ Au^{+3}/Au = 1.5\ V$ ، $E^\circ Br_2/Br^{-1} = 1.07\ V$ ، $E^\circ Cd^{+2}/Cd = -0.40\ V$ ، $E^\circ Cr^{+3}/Cr = -0.74\ V$ ؟

1) Au^{+3} , Br_2 2) Ag^{+1} , H_2 3) Cr^{+3} , Cd^{+2}

الحل

1) Au^{+3} هو العامل المؤكسد الافضل لانه ذو جهد اختزال اكبر من Br_2.

2) Ag^{+1} هو العامل المؤكسد لان جهد Ag^{+1} اكبر من H_2 (صفر).

3) Cd^{+2} هو العامل المؤكسد لان جهد اختزاله اكبر من Cr^{+3}.

لاحظ بدقة

$$\frac{\text{عامل مؤكسد}}{\text{عامل مختزل}} \propto \text{جهد الاختزال}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

حساب جهد الخلية القياسي ..

① تحديد الانود .. فان القطب ذو جهد الاختزال الاقل يمثل انوداً ، والقطب الذي جهد اختزاله هو الاكبر يمثل كاثوداً عند حساب جهد الخلية .

ملاحظة ..
اذا كان جهد اختزال القياسي لقطب ما معلوم وقد تم استخدامه انوداً فيجب عكس اشارة الجهد .

② يجب ان يكون عدد الالكترونات المكتسبة عند الكاثود مساوياً لعدد الالكترونات المفقودة عند الانود ، وبحاله عدم تساويهما يجب اخذ المضاعف المشترك الاصغر لاعداد الالكترونات ليتم حذفها والحصول على التفاعل العام .

علل ../ لا يضاعف جهد القطب عند مضاعفة تفاعل الاختزال او تفاعل الاكسدة ؟
او / لا يعامل جهد القطب نفس المعامله الجبرية عند ضرب معادلات الاقطاب بعدد معين (٢/٢٠٠٥)

ج ../ لان الجهد من الخواص المركزه التي لا تعتمد على كمية المادة المشتركة وانما يعتمد فقط على التركيز المولاري لايونات محلول القطب .

علل ../ يمكن لاي قطب ان يكون انوداً او كاثوداً حسب الظروف المستعمل فيها ؟

ج ../ لان تفاعلات نصفي الخلية هي تفاعلات انعكاسية .

③ نكتب تفاعلات نصفي الخلية عند الاقطاب ونكتب امامها جهودها القياسية ثم تطبيق العلاقة التالية لحساب جهد الخلية القياسي

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$$

④ اذا كانت قيمة جهد الخلية القياسي موجبة ، فان تفاعلات اقطابها تلقائية ، واذا كانت قيمتها سالبة فان تفاعلات اقطابها غير تلقائية

E_{cell} (+) ⟹ التفاعل تلقائي

E_{cell} (−) ⟹ التفاعل غير تلقائي

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

* جميع الغازات تتحرر عند الانود (تأكسد) ، ماعدا الهيدروجين فهو يتحرر عند الكاثود ويعاني اختزالاً .

* حتى يتم ترسيب العنصر يجب ان يعاني اختزالاً (تجعلة كاثوداً) ولاذابة (تآكل) اي عنصر يجب ان يعاني تأكسداً (تجعلة انوداً) .

* عند حفظ محلول معين في اناء معين ، يجب ان لا يحصل تفاعل بين المحلول والاناء .. فاذا كانت ($E^\circ cell = \ominus$) فتعني لا يحصل تأكسد لذرات الاناء ولا اختزال لايونات المحلول .

* لمعرفة كون التفاعل تلقائي او لا ... نحسب جهد الخلية كما هو مكتوب (كما هو معطى بالسؤال) فاذا كانت ($E^\circ cell = \ominus$) فان التفاعل غير تلقائي كما هو مكتوب وان التفاعل العكسي هو التلقائي

مثال/١٠-

اكتب تفاعلات نصفي خلية دانيال (مكونة من قطبي النحاس والخارصين) وتفاعلها العام ، واحسب جهد الخلية القياسي علماً ان جهود الاختزال القياسية هي :

$E^\circ Zn^{+2}/Zn = -0.76\,V$ ، $E^\circ Cu^{+2}/Cu = +0.34\,V$

الحل

* نختار الخارصين انوداً لانه ذو جهد الاختزال الاقل ثم نعكس اشارته

$Zn_{(s)} \xrightarrow{\text{تأكسد}} Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^\circ anode = +0.76\,V$

$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \xrightarrow{\text{اختزال}} Cu_{(s)}$ $\quad E^\circ cathode = +0.34\,V$

$Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

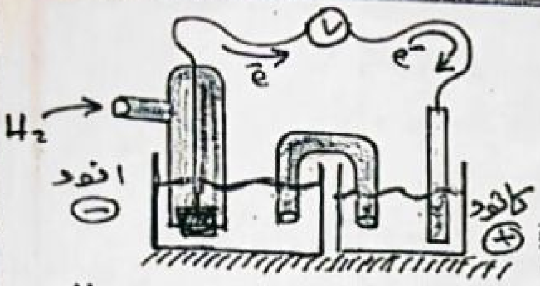
$$E^\circ cell = E^\circ anode + E^\circ cathode$$
$$= +0.76 + 0.34 = 1.1\,V$$

رحلة التفوق في السادس @

حل آخر : يمكن استخدام جهود الاختزال القياسية كما هي بدون عكس الاشارة

$$E^\circ cell = E^\circ cathode - E^\circ anode$$
$$= 0.34 - (-0.76) = 1.1\,V$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ١٠٠/


للخلية الموضحة في الشكل المجاور والمكونة من الهيدروجين انوداً والنحاس كاثوداً ؟ احسب جهد النحاس القياسي علماً ان جهد الخلية القياسي $+0.337\ V$ ؟

الحل

$$E^\circ cell = E^\circ anode + E^\circ cathode$$
$$0.337 = 0 + E cathode$$
$$E^\circ cathode = +0.337\ V$$

رحلة التفوق في السادس @

س ١٠٠/
احسب جهد الخلية القياسي لخلية تم عملها من قطب الكادميوم (cd) المغمور في محلول 1M من نترات الكادميوم ، وقطب الكروم (cr) المغمور في (1M) من نترات الكروم علماً ان $(E^\circ cd^{+2}/cd = -0.40\ V)$ $(E^\circ cr^{+2}/cr = -0.74\ V)$

الحل نختار الكروم انوداً

$$cr \longrightarrow cr^{+} + 2\bar{e} \qquad E^\circ anode \quad +0.74\ V$$
$$cd^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow cd \qquad E^\circ cathode \quad -0.40\ V$$
$$cr + cd^{+2} \longrightarrow cr^{+2} + cd$$
$$E^\circ cell = E^\circ anode + E^\circ cathode$$
$$= 0.74 + (-0.40) = +0.34\ V$$

لاحظ بدقة .. عدد الالكترونات يساوي حاصل ضرب عدد تأكسد الايون في عدد المولات بالمعادلة

س ١٠٠/
هل يمكن حدوث كل من تفاعلات الاكسدة والاختزال وحسب المعادلات التالية وتحت الظروف القياسية بشكل تلقائي علماً $(E^\circ Co^{+2}/Co = -0.28)$ $(E^\circ Ni^{+2}/Ni = -0.25)$ $(E^\circ Fe^{+2}/Fe = -0.44)$ $(E^\circ Au^{+3}/Au = +1.5)$ بوحدة الفولت

1. $Co^{+2} + Ni \longrightarrow Co + Ni^{+2}$
2. $2Au^{+3} + 3Fe \longrightarrow 2Au + 3Fe^{+2}$

الحل

1.
$$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2\bar{e} \qquad E^\circ anode = +0.25\ V$$
$$Co^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Co \qquad E^\circ cathode = -0.28\ V$$
$$Co^{+2}_{(aq)} + Ni_{(s)} \longrightarrow Ni^{+2}_{(aq)} + Co$$
$$E^\circ cell = 0.25 + (-0.28) = -0.03\ V$$ تفاعل غير تلقائي

لاحظ بدقة تم تحديد الانود من خلال تفاعل التأكسد في المعادلة

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

[2] $3Fe \longrightarrow 3Fe^{+2} + 6\bar{e}$ $E^{\circ}_{anode} = 0.44\ V$

$2Au^{+3} + 6\bar{e} \longrightarrow 2Au$ $E^{\circ}_{cathode} = 1.5\ V$

$2Au^{+3}_{aq} + 3Fe_{s} \longrightarrow 2Au_{s} + 3Fe^{+2}$

$E^{\circ}_{cell} = 0.44 + 1.5 = 1.94\ V$ تفاعل تلقائي

س-- ٣٩

هل يحدث التفاعل التالي في الظروف القياسية تلقائياً ام لا ، علماً ان جهود الاختزال القياسية $(E^{\circ}Cr^{+3}/Cr = -0.74V)$ $(E^{\circ}Zn^{+2}/Zn = -0.76\ V)$ وحسب التفاعل $(3Zn^{+2}_{aq} + 2Cr_{s} \longrightarrow 2Cr^{+3}_{aq} + 3Zn_{s})$

الحل

$2\times)$ $2Cr_{s} \longrightarrow 2Cr^{+3} + 6\bar{e}$ $E^{\circ}_{anode}\ 0.74\ V$

$3\times)$ $3Zn^{+2} + 6\bar{e} \longrightarrow 3Zn$ $E_{cathode}\ -0.76\ V$

$2Cr_{s} + 3Zn^{+2}_{aq} \longrightarrow 2Cr^{+3}_{aq} + 3Zn_{s}$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathode}$

$= 0.74 + (-0.76) = -0.02\ V$

∴ التفاعل لا تلقائي والتفاعل المعاكس هو التلقائي

لاحظ بدقة.. يتم تفصيل المعادله على جهود الاختزال لتحديد الانود عند وجودهما معاً.

س-- ٤٠

تنبأ فيما اذا سيجري التفاعل تلقائياً كما هو مكتوب عند 298K علماً ان جهود الاختزال القياسية $(E^{\circ}Fe^{+2}/Fe = -0.44\ V)$ $(E^{\circ}Co^{+2}/Co = -0.28\ V)$ وحسب التفاعل $(Fe^{+2}_{aq} + Co_{s} \longrightarrow Fe_{s} + Co^{+2}_{aq})$

الحل

$Co_{s} \longrightarrow Co^{+2}_{aq} + 2\bar{e}$ $E^{\circ}_{anode} = 0.28\ V$

$Fe^{+2}_{aq} + 2\bar{e} \longrightarrow Fe_{s}$ $E^{\circ}_{cathode} = -0.44\ V$

$Fe^{+2}_{aq} + Co_{s} \longrightarrow Fe_{s} + Co^{+2}_{aq}$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathode}$

$= -0.28 + (-0.44) = -0.16\ V$

∴ التفاعل غير تلقائي والمعاكس هو التلقائي

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ١٥ / ...

ايهما يحرر الهيدروجين في محلول ايونات الالمنيوم $E^\circ Al^{+3}/Al = -1.66\ V$ ام محلول ايونات الذهب $E^\circ Au^{+3}/Au = +1.5\ V$ ولماذا ؟ .

الحل يتحرر الهيدروجين عند الكاثود .. فيجب اختيار العنصر ذو جهد الاختزال الاقل من جهد الهيدروجين وهنا يكون الالمنيوم ...

$$2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6e^- \qquad E^\circ anode = +1.66\ V$$
$$6H^+ + 6e^- \longrightarrow 3H_2 \qquad E^\circ cathode = 0\ V$$
$$2Al_{(s)} + 6H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 3H_{2(g)}$$
$$E^\circ cell = E^\circ anode + E^\circ cathode$$
$$= 1.66 + 0 = +1.66\ V$$

التفاعل تلقائي ويستطيع الالمنيوم تحرير الهيدروجين .

ملاحظة: عند تحرير الهيدروجين يجب وضع القطب SHE كاثود لكي يتحرر ، ولا ... ذلك يمكن وضع قطب الهيدروجين انود او كاثود حسب الحالة او جهود الاختزال في السؤال

س ١٦ / ...

هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس ، علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ Na^+/Na = -2.70\ V$ ، $E^\circ Cu^{+2}/Cu = +0.34\ V$ ؟ .

الحل حتى يتم الحفظ .. يجب ان لا يحصل تفاعل بين المحلول والاناء ، اي لا يحصل تأكسد لذرات الاناء (النحاس) ولا اختزال لايونات المحلول (الصوديوم) .

$$Cu \longrightarrow Cu^{+2} + 2e^- \qquad E^\circ anode = -0.34\ V$$
$$2Na^{+1} + 2e^- \longrightarrow 2Na \qquad E^\circ cathode = -2.70\ V$$
$$Cu_{(s)} + 2Na^+_{(aq)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2Na_{(s)}$$
$$E^\circ cell = E^\circ anode + E^\circ cathode$$
$$= -0.34 + (-2.70) = -3.04\ V$$

التفاعل لاتلقائي ولا يحصل تفاعل بين الاناء والمحلول

∴ يمكن الحفظ

> لا حظ بدقة .. يجب جعل الاناء انوداً والمحلول كاثوداً ثم نحسب مقدار جهد الخلية ...
>
> $\oplus E\ cell \Longleftarrow$ لا يمكن الحفظ
>
> $\ominus E\ cell \Longleftarrow$ يمكن الحفظ

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س١٧/ ٢٠١٠ / (٢٠١٠ /٢) هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من النيكل ام لا .. مع ذكر السبب علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ Cu^{+2}/Cu = +0.34\,V$ ، $E^\circ Ni^{+2}/Ni = -0.24\,V$

الحل حتى يتم الحفظ ... يجب ان لا يحصل تفاعل بين المحلول والاناء .

$$Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^- \qquad E^\circ anode = 0.24\,V$$
$$Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu \qquad E^\circ cathod = 0.34\,V$$
$$Ni_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

$$E^\circ Cell = E^\circ anode + E^\circ cathod$$
$$= 0.24 + 0.34 = 0.58\,V$$

التفاعل تلقائي (يذوب اوينكسر) اناء النيكل)

∴ لا يمكن الحفظ .

امثلة غير محلولة ...

١) ٢٠٠٨ /٢
لا يصح حفظ محلول $CuSO_4$ في اناء من الخارصين علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ Cu^{+2} = 0.34\,V$ ، $E^\circ Zn^{+2} = -0.76\,V$ ؟ .

٢) ٢٠١١ / ١
هل يمكن حفظ نترات الفضة في وعاء من الالمنيوم .. علماً ان جهد الاختزال القياسي للفضة $0.8\,V$ وللالمنيوم $-1.66\,V$ ؟ .

٣) مثال..
ايهما تختار لاذابة النحاس .. المغنيسيوم ام الفضة علماً ان جهود الاختزال للمغنسيوم $(-2.23\,V)$ وللفضة $(0.8\,V)$ وللنحاس $(0.34\,V)$ ؟ .

٤) مثال..
ايهما تختار لترسيب النحاس .. النيكل ام الفضة علماً ان جهود الاختزال القياسية للنيكل $-0.25\,V$ والفضة $0.8\,V$ والنحاس $0.34\,V$

٥) ٢٠١٢ / ١
هل يمكن حفظ $Co(NO_3)_2$ في اناء مصنوع من الخارصين ام النحاس مع بيان السبب علماً ان جهود الاختزال القياسية $(Cu = 0.34$ ، $Zn = -0.76$ ، $Co = -0.28)$
جميعها بوحدة الفولت .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F
رحلة التفوق في السادس

التعبير عن الاقطاب كتابةً .../

تقسم الاقطاب لثلاث انواع ، يعبر لكل نوع كتابةً بشكل مختلف عن الاخر وكما يلي .../

① قطب الفلز / ايون الفلز .../

ويتكون من غمر لوح من الفلز في محلول ايونات ذلك الفلز ، مثل قطب الخارصين (Zn / Zn^{+2}) والمتكون من غمر لوح الخارصين في محلول كبريتات الخارصين

يمكن استخدام هذا القطب انوداً او كاثوداً لذا تختلف طريقة التعبير عنه كتابةً ..

① $Zn^{+2}{}_{(aq)} + 2\bar{e} \longrightarrow Zn_{(s)}$ اختزال (كاثود)

يعبر عن كتابةً بوضع ايون الفلز اولاً ثم تركيزه المولاري بين قوسين ثم خط عامودي ثم الفلز وكما يلي

$Zn^{+2}\ (1M)\ |\ Zn_{(s)}$

② $Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{+2}{}_{(aq)} + 2\bar{e}$ تاكسد (الانود)

يعبر عن كتابةً بوضع الفلز ثم خط عامودي ثم الايون ثم تركيزه المولاري بين قوسين

$Zn\ |\ Zn^{+2}\ (1M)$

* يمثل الخط العامودي حد الطور ، يفصل بين الطور الصلب للفلز (s) ومحلول ايوناته السائل (aq)
* يمثل (1M) التركيز القياسي

② القطب الغازي .../

ويتكون من ضخ غاز خلال انبوبة زجاجية بضغط معين داخل محلول يحتوي على ايونات ذلك الغاز ... ولان الغاز غير موصل للتيار الكهربائي يستخدم سلك من البلاتين (عنصر خامل مثبت داخل الانبوبة الزجاجية) ليعمل كسطح موصل للتيار الكهربائي .

يعبر عنه كتابةً (بوضع مكونات تفاعل نصف الخلية كما يظهر تسلسلها في معادلة القطب .. حسب بوضع الغاز ثم ضغط الغاز بين قوسين ثم خط عامودي ثم ايون الغاز ثم تركيزه المولاري .

* يكتب البلاتين في اول التعبير اذا استخدم انوداً وفي آخره اذا استعمل كاثوداً

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

لان الغاز غير موصل للتيار الكهربائي .

مثال.. ضخ غاز الهيدروجين بضغط (1atm) في محلول يحتوي على ايونات الهيدروجين مثل محلول HCl ... ويكون تفاعل الانود لقطب الهيدروجين عند سطح قطعة البلاتين كما يلي ...

$$H_{2\,(g)} \longrightarrow 2H^{+}_{(aq)} + 2\bar{e}$$ تأكسد (الانود)

التعبير عنه كتابة

$$Pt \mid H_2(1atm) \mid H^{+}(1M)$$

مثال آخر.. ضخ غاز الكلور في محلول يحتوي على ايونات الكلور مثل HCl او NaCl حيث يكون تفاعل الكاثود لقطب الكلور عند سطح البلاتين كما يلي ...

$$Cl_{2\,(g)} + 2\bar{e} \longrightarrow 2Cl^{-}_{(aq)}$$ اختزال (كاثود)

التعبير عنه كتابة

$$Cl_2(1atm) \mid Cl^{-}(1M) \mid Pt$$

③ اقطاب التأكسد والاختزال ...

وتتكون من غمر سلك من البلاتين او عمود من الكرافيت في محلول يحتوي على ايونات عنصر له حالتي تأكسد مختلفتين ... مثل غمر سلك البلاتين في محلول يحتوي ايونات Fe^{+2} و Fe^{+3} (او محلول يحتوي Sn^{+2} و Sn^{+4}) .

ويعبر عنها كتابة (كما يظهر تسلسلها في معادلة القطب) من اليسار الى اليمين حيث نكتب حالة التأكسد الاولى ثم تركيزها المولاري بين قوسين ثم نضع علامة (;) ثم حالة التأكسد الاخرى ثم تركيزها المولاري بين قوسين

* يكتب البلاتين في اول التعبير اذا كان انوداً وفي آخره اذا كان كاثوداً بينهما فمثلاً يمكن التعبير عن تفاعل تأكسد قطب يحتوي ايونات Fe^{+2} ، Fe^{+3} عندما يكون انوداً كما يلي

$$Fe^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{+3} + \bar{e}$$

التعبير عنه كتابة

$$Pt \mid Fe^{+2}(1M) \; ; \; Fe^{+3}(1M)$$

* يجب وضع خط عمودي بين البلاتين وبقية مكونات المعادلة بحالة قطب الغازي وقطب التأكسد والاختزال .

* نضع وضع اشارة (;) بين رمزي الايونين لانهما موجودين بنفس المحلول .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

التعبير عن الخلية كتابةً ...!

ويتم بكتابة تفاعل التأكسد عند الانود على اليسار ، ويكتب تفاعل الاختزال عند الكاثود على اليمين ، ويفصل بينهما (||) اشاره للجسر الملحي الذي يفصل بينهما . وكما يلي .

1) قطب فلز / ايون الفلز ...!

الفلز | (التركيز المولاري) الايون (الانود) || (التركيز المولاري) الايون (الكاثود) | الفلز

2) قطب غازي ...!

Pt | (ضغط) الغاز | (التركيز) الايون (الانود) || (التركيز) الايون | (ضغط) الغاز | Pt (الكاثود)

3) قطب الاكسده والاختزال ...!

Pt | (التركيز) الايون الاقل تأكسداً ، (التركيز) الايون الاكثر تأكسداً (الانود) || (التركيز) الايون الاكثر تأكسداً ، (التركيز) الايون الاقل تأكسداً | Pt (الكاثود)

* يمكن تحديد الانود او الكاثود اعتماداً على احد المعلومات التالية ...

1) من قيم جهود الاختزال ... يعتبر القطب ذو جهد الاختزال الاعلى هو الكاثود والقطب ذو الجهد الاقل هو الانود

2) من معادلة التفاعل العام ... العنصر الذي يزداد عدده التأكسدي هو الانود والعنصر الذي يقل عدده التأكسدي هو الكاثود .

3) من تعبير الخلية كتابةً .... القطب الذي يقع بجهة اليسار هو الانود ، والقطب الذي بجهة اليمين هو الكاثود .

4) من احد صفات القطب .... يحصل في الانود حالات (تآكل ، تأكسد ، نقصان بالكتلة ، تحرير الغازات عدا الهيدروجين ..) ويحصل في الكاثود حالات .. (ترسيب ، اختزال ، زيادة بالكتلة ، تحرير غاز الهيدروجين ...)

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس @A_M_Z_F

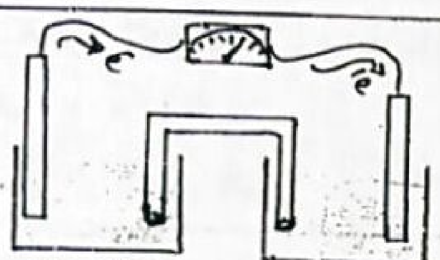
مثال ٠٠/

عبر عن خلية دانيال ذات التفاعل التالي كتابة" $Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

الحل

$$Zn | Zn^{+2}(1M) || Cu^{+2}(1M) | Cu$$

مثال ٠٠/



عبر عن الخلية الموضح شكلها كتابة" ثم اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام

الحل

$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2\bar{e}$ الانود / تاكسد

$2H^+_{(aq)} + 2\bar{e} \longrightarrow H_{2(g)}$ كاثود / اختزال

$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$

$$Zn | Zn^{+2}(1M) || H^+(1M) | H_2(1atm | Pt$$

ملاحظة مهمة
* ارقام الموازنة لا تدخل بالتعبير
* اي غاز او ايون هو غاز نضع Pt

مثال ٠٠/

اكتب تفاعلات نصفي الخلية للخلية $(Cd | Cd^{+2}(1M) || H^+(1M) | H_2(1atm) | Pt)$

$Cd_{(s)} \longrightarrow Cd^{+2}_{(aq)} + 2\bar{e}$ الانود

$2H^+_{(aq)} + 2\bar{e} \longrightarrow H_{2(g)}$ كاثود

$Cd_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Cd^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$

ملاحظة مفيدة ٠٠
التفاعل على اليسار هو الانود (تاكسد) والمكتوب على اليمين هو الكاثود (اختزال)

مثال اضافي ٠٠/

عبر احد الطلاب كتابة خلية كلفانية بالشكل التالي $(Ag | Ag^+(1M) || Cu^{+2}(1M) | Cu)$ وضح هل وفق الطالب في كتابتها ام لا .. علماً ان جهود الاختزال القياسية هي كما يلي

$$E^\circ Cu^{+2}/Cu = 0.34\ V \quad , \quad E^\circ Ag^+/Ag = +0.\ \ V$$

$2Ag_{(s)} \longrightarrow 2Ag^+_{(aq)} + 2\bar{e}$ الانود

$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e \longrightarrow Cu_{(s)}$ الكاثود

$2Ag_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow 2Ag^+_{(aq)} + Cu_{(s)}$

$E^\circ cell = E^\circ anode + E^\circ cathode$

ملاحظة مفيدة ..
ان الخلية الكلفانية تعمل تلقائياً حال اكتمال دائرتها

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$$E^\circ_{cell} = -0.80 + 0.34$$
$$= -0.46\ V$$

∴ التفاعل غير تلقائي

∴ الطالب غير موفق في التعبير عن الخلية

لاحظ بدقة
مثل هذه الاسئلة فان
تعبيره خاطئ ⇐ E°_{cell} ⊖
تعبيره صحيح ⇐ E°_{cell} ⊕

س٧..

عبر عن الخلية كتابة عند الظروف القياسية ثم بيّن تفاعلي التأكسد والاختزال حسب التفاعل العام للخلية الكلفانية ؟

$$Cl_{2(g)} + 2Ag_{(s)} \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)} + 2Ag^{+1}_{(aq)}$$

الحل

يتم تحديد الانود والكاثود من التفاعل العام

$$2Ag \longrightarrow 2Ag^{+1} + 2e^- \qquad E^\circ_{anode}$$
$$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^- \qquad E_{cathode}$$
$$Cl_{2(g)} + 2Ag_{(s)} \longrightarrow 2Cl^{-1}_{(aq)} + 2Ag^{+1}_{(aq)}$$

$$Ag \mid Ag^{+1}(1M) \parallel Cl^{-1}(1M) \mid Cl_2(1atm) \mid Pt$$

لاحظ بدقة..
* يجب وضع التراكيز
ضرب الجبر الملحي
* عند وجود ايون سالب في معادلة القطب يكون التعبير بالمعكوس

س٨..

هل بامكان محلول HCl اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^{+1} بتركيز (1M) للخلية التالية على أن جهود الاختزال القياسي $E^\circ_{Ag^+/Ag} = 0.80V$ ؟

$$Ag \mid Ag^+(1M) \parallel H^+(1M) \mid H_2(1atm) \mid Pt$$

الحل

$$2\times)\quad 2Ag \longrightarrow 2Ag^{+1} + 2e^- \qquad E_{anode} = -0.80\ V$$
$$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} \qquad E_{cathode} = 0\ V$$
$$2Ag_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow 2Ag^+_{(aq)} + H_{2(g)}$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$$
$$= -0.80 + 0 = -0.80\ V$$

∴ التفاعل لاتلقائي

∴ لايستطيع HCl اذابة الفضة ولايستطيع تحرير H_2

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ١٢ -- هل يجري تفاعل الخلية التالية المعبر عنها ادناه تلقائياً ام لا علماً ان ان جهود الاختزال القياسية $\mathcal{E}^{\circ} Fe^{+3}/Fe^{+2} = 0.77 V$ ، $\mathcal{E}^{\circ} Br_2/Br^- = 1.07 V$

$$Pt / Fe^{+2}(1M) ; Fe^{+3}(1M) \| Br^{-1}(1M) | Br_2(1atm) | Pt$$

الحل

:- البروم مكتوب يمين الخلية فيعتبر البروم هو الكاثود ويعتبر ايون الحديد هي الانود

$$2x)\ 2Fe^{+2} \longrightarrow 2Fe^{+3} + 2\bar{e} \qquad \mathcal{E}^{\circ} anode = -0.77 V$$

$$Br_{2(l)} + 2\bar{e} \longrightarrow 2Br^{-1} \qquad \mathcal{E} cathode = 1.07 V$$

$$2Fe^{+2}_{aq} + Br_{2(l)} \longrightarrow 2Fe^{+3}_{aq} + 2Br^{-1}$$

$$\mathcal{E}^{\circ} cell = -0.77 + 1.07 = +0.3 V$$

:. التفاعل تلقائي كما هو مكتوب

س ٢٨ -- للخلية التالية ($Al / Al^{+3}(1M) \| Cd^{+2}(1M) | Cd$) فاذا علمت ان جهد الخلية القياسي (1.26 V) وجهد الاختزال القياسي للكادميوم يساوي ($\mathcal{E}^{\circ} Cd^{+2}/Cd = -0.40 V$) احسب جهد الاختزال القياسي للالمنيوم .

الحل

:- الكادميوم مكتوب يمين الخلية فهو الكاثود ويعتبر الالمنيوم انوداً

$$2x \qquad 2Al \longrightarrow 2Al^{+3} + 6\bar{e} \qquad \mathcal{E}^{\circ} anode \ ?$$

$$3x \qquad 3Cd^{+2} + 6\bar{e} \longrightarrow 3Cd \qquad \mathcal{E}^{\circ} cathode = -0.40 V$$

$$\mathcal{E}^{\circ} cell = \mathcal{E}^{\circ} anode + \mathcal{E}^{\circ} cathode$$

$$1.26 = \mathcal{E}^{\circ} anode + (-0.40)$$

$$\mathcal{E}^{\circ} anode = 1.26 + 0.40 = 1.66 V$$ جهد تأكسد الالمنيوم

:- جهد تأكسد الالمنيوم يساوي نفس جهد الاختزال عكس الاشارة

:. جهد اختزال الالمنيوم ($\mathcal{E}^{\circ} Al/Al^{+3}$) $= -1.66 V$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

اسئلة تحير محلولة .../

1 2004 / 1
اريد من احد الطلبة كتابة تفاعل لخلية فولتائية مكونة من قطبي الكوبلت والكلور القياسين.. فكتبها بالشكل ($Co^{+2} + 2Cl^- \rightarrow Cl_2 + Co$) فهل كان الطالب صحيحاً أم خاطئاً في كتابة التفاعل ولماذا علماً ان جهود الاختزال للكوبلت $-0.28\,V$ وللكلور $1.36\,V$ ؟.

2 2009 / 2
خلية فولتائية قطباها كوبلت وفضة ..احسب جهدها القياسي ..وعبر عنها كتابة علماً ان جهود الاختزال القياسية للكوبلت $-0.28\,V$ وللفضة $0.8\,V$.

3 مثال...
هل يمكن لغاز الفلور (F_2) ان يؤكسد Fe^{+2} الى Fe^{+3} حسب تعبير الخلية التالي علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ\, Fe^{+3}/Fe^{+2} = 0.77\,V$ ، $E^\circ\, F_2/F^- = 2.87\,V$

$$Pt\,|\,F_2(1atm)\,|\,F^{-1}(1M)\,||\,Fe^{+3}(1M)\,;\,Fe^{+2}(1M)\,|\,Pt$$

4 مثال...
هل يمكن لقطب الذهب تحرير غاز الكلور في محلول ايوناته داخل خلية ثم عبر عنها كتابة علماً ان جهود الاختزال القياسية للكلور $1.36\,V$ وللذهب $1.5\,V$ ؟.

5 مثال...
هل يمكن لقطب الكلور اختزال Fe^{+3} الى Fe^{+2} علماً ان جهد الاختزال Fe^{+3} $0.77\,V$ وللكلور $1.36\,V$

6 مثال
اذا علمت ان جهد الاختزال Ni^{+2} يساوي $-0.25\,V$ و $Sn^{+4} = 0.13\,V$
وضح هل التفاعل $Sn^{+2} + Ni^{+2} \rightarrow Sn^{+4} + Ni$ يحدث بهذا الاتجاه ام لا مع بيان السبب :

7 عبر احد الطلبة كتابة خلية فولتائية بالشكل التالي ..فهل كان موفقاً في التعبير علماً ان جهود الاختزال $Zn^{+2} = -0.76\,V$ و $Cl = 1.36\,V$.

$$Pt\,|\,Cl_2(1atm)\,|\,Cl^{-1}(1M)\,||\,Zn^{+2}(1M)\,|\,Zn$$

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

العلاقة بين K_{eq} ، ΔG و E_{cell} ---/

في الخلايا الكلفانية تتحول الطاقة الكيميائية الى كهربائية لانجاز شغل معين . ويتم حساب الطاقة الكهربائية من العلاقة التالية ..

الشحنة الكلية (C) x جهد الخلية (V) = الطاقة الكهربائية (J)

$$\text{الشحنة الكلية} = n \times F \quad \therefore$$

$$\boxed{\therefore \text{الطاقة الكهربائية} = n F E_{cell}}$$

n = عدد مولات الالكترونات التي يتم فقدها عند جمع تفاعلي نصفي الخلية

F = الفارادي (شحنة مول واحد من الالكترونات) .

* من العلاقة اعلاه نتعرف ان الجول يساوي حاصل ضرب وحدة الفولت في وحدة الشحنة (كولوم C)

$$1J = 1V \times 1C$$

س../

احسب ثابت فارادي وبين وحدته .. ؟ .

عدد افوكادرو x شحنة الالكترون = الفارادي

$$F = \bar{e} \times N_A$$

$$= 1.9\times10^{-19}(c) \times 6.023\times10^{23}\,mol^{-1} \simeq 96500\ C/mol$$

حصري

العلاقات ---/

[1] ترتبط جهد الخلية مع طاقة كبس الحرة بالعلاقتين التاليتين ../

$$\boxed{\Delta G = -nFE_{cell}} \Rightarrow \text{في ظروف غير قياسية}$$

$$\boxed{\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}} \Rightarrow \text{في الظروف القياسية}$$

تشير العلاقتين ان اشارة ΔG معاكسة لاشارة E_{cell} وكما يلي ..

$\Delta G \ominus \Rightarrow E_{cell} \oplus \Rightarrow$ تلقائي

$\Delta G \oplus \Rightarrow E_{cell} \ominus \Rightarrow$ غير تلقائي

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

ج/ ترتبط ΔG مع Keq بالعلاقة التالية

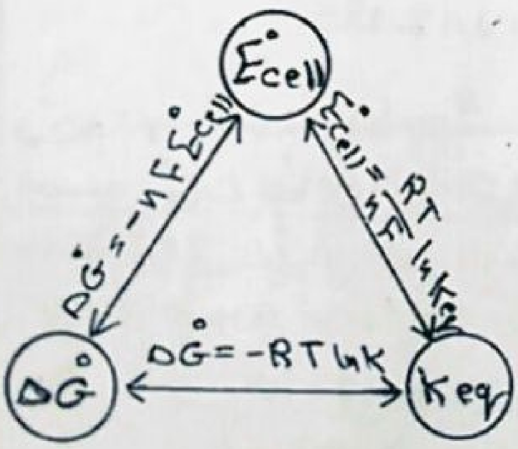
$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$$
$$\Delta G^\circ = -nF E^\circ_{cell}$$
$$\Rightarrow -RT \ln K_{eq} = -nF E^\circ_{cell}$$

$$E^\circ_{cell} = \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \ln K_{eq}$$ ← تستخدم عند اي درجة حرارية

وعند التعويض بالثوابت تصبح المعادلة كما يلي ..

$$E^\circ_{cell} = \frac{8.314\,(J/K\cdot mol) \times 298\,K}{n \times 96500\,C/mol} \times \ln K_{eq}$$

$$E^\circ_{cell} = \frac{0.026}{n} \ln K_{eq}$$ ← تستخدم عند 25 م او 298K او عند عدم ذكر درجة الحرارة



* لاحظ بدقة ..

	التفاعل تحت الظروف القياسية	E°_{cell}	Keq	ΔG°
تلقائي	نحو تكوين النواتج	⊕	K > 1	⊖
اتزان	المتفاعل والنواتج بنفس الافضلية	صفر	K = 1	صفر
لا تلقائي	نحو تكوين المتفاعل	⊖	K < 1	⊕

س/.. ٢٠٠٨ د/١

لماذا يجب ان تكون جهد الخلية موجباً ؟.

ج/.. لان الخلية الكلفانية تعمل بشكل تلقائي .. اي ان ΔG ذات قيمة سالبة ... وحتى تكون ΔG سالبة يجب ان يكون جهد الخلية Ecell موجباً وحسب العلاقتين..

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$$
$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال ..
خلية كلفانية قياسية تفاعلها العام الاتي .. احسب ΔG° ، K_{eq} عند $25^\circ C$ علماً
ان جهود الاختزال القياسية $(E^\circ_{Pb^{2+}/Pb} = -0.13\ V)(E^\circ_{Ag^+/Ag} = 0.80\ V)$
$(\ln 1.17 \times 10^{31} = 71.53)$

$$2Ag^+_{(aq)} + Pb_{(s)} \longrightarrow 2Ag_{(s)} + Pb^{+2}_{(aq)}$$

الحل

$$Pb_{(s)} \longrightarrow Pb^{+2} + 2e^- \qquad E^\circ_{anode} = +0.13\ V$$
$$2Ag^+ + 2e^- \longrightarrow 2Ag_{(s)} \qquad E^\circ_{cathode} = 0.80\ V$$

$$Pb_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Pb^{+2}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$$
$$= +0.13 + 0.80 = 0.93\ V$$

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell} = -(2 \times 96500 \times 0.93) = -179490\ \frac{J}{mol}$$

$$E^\circ_{cell} = \frac{0.026}{n} \ln K_{eq}$$
$$0.93 = \frac{0.26}{2} \ln K_{eq}$$
$$\ln K_{eq} = \frac{0.93}{0.013} = 71.538$$
$$\ln 1.17 \times 10^{31} = \ln K_{eq} \Longrightarrow K_{eq} = 1.17 \times 10^{31}$$

$$\ln K_{eq} = 71.538$$
$$K_{eq} = e^{71.538}$$
$$K_{eq} = 1.17 \times 10^{31}$$

س 9 / ..
احسب ΔG° لتفاعل الخلية القياسي $3Hg_2^{+2} + 2Cr_{(aq)} \longrightarrow 6Hg_{(l)} + 2Cr^{+3}_{(aq)}$
وبدرجة $25^\circ C$ علماً ان جهود الاختزال القياسية $(E^\circ_{Hg_2^{2+}/Hg} = +0.85\ V)$
$(E^\circ_{Cr^{3+}/Cr} = -0.74\ V)$ ؟

الحل

$$2Cr_{(s)} \longrightarrow 2Cr^{+3} + 6e^- \qquad E^\circ_{anode} = 0.74\ V$$
$$3Hg_2^{+2} + 6e^- \longrightarrow 6Hg \qquad E^\circ_{cathode} = 0.85\ V$$

$$3Hg_2^{+2}{}_{(aq)} + 2Cr_{(s)} \longrightarrow 6Hg_{(l)} + 2Cr^{+3}_{(aq)}$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$$
$$= +0.74 + 0.85 = 1.59\ V$$

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$$
$$= -(6 \times 96500 \times 1.59) = -920610\ J/mol$$

رحلة التفوق في السادس @
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

س ١٠٠..

لتفاعل الخلية القياسي التالي عند درجة 25 °C .. فاذا علمت ان جهود الاختزال القياسية ($E^\circ Fe^{+3}/Fe^{+2} = 0.77\ V$) ($E^\circ I_2/I^- = 0.53\ V$) احسب
① جهد الخلية القياسي . ② طاقة كبس الحرة القياسية . ③ ثابت الاتزان

$$2Fe^{+3} + 2I^- \longrightarrow 2Fe^{+2} + I_2 \qquad (\ln 1.04 \times 10^{8} = 18.46)$$

الحل

$$2I^{-1} \longrightarrow I_2 + 2e^- \qquad E^\circ_{anode} = -0.53\ V$$

$$2Fe^{+3} + 2e^- \longrightarrow 2Fe^{+2} \qquad E^\circ_{cathode} = 0.77\ V$$

$$2I^{-1}_{(aq)} + 2Fe^{+3}_{(aq)} \longrightarrow I_{2(s)} + 2Fe^{+2}_{(aq)}$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$$

$$= -0.53 + 0.77 = 0.24\ V$$

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$$

$$= -(2 \times 96500 \times 0.24) = -46320\ J/mol$$

$$E^\circ_{cell} = \frac{0.026}{n} \ln K_{eq}$$

$$0.24 = \frac{0.026}{2} \ln K_{eq} \Rightarrow \ln K_{eq} = 18.46$$

$$K_{eq} = 1.04 \times 10^{8}$$

س ١٠٤..

اكتب العلاقة التي تربط ΔG° ، K_{eq} ، E°_{cell} وعرّف عن جميع الرموز ؟.

الحل

لاتوجد علاقة واحده مباشره .. بل هي علاقتين مترابطتين وكما يلي ..

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_{eq}$$

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$$

$$E^\circ_{cell} = \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \ln K_{eq}$$

ΔG = التغير بالطاقة الحرة القياسية
R = 8.314 J/K.mol (ثابت الغاز)
T = درجة الحرارة بالكلفن
K = ثابت الاتزان
n = عدد الالكترونات المتبادلة بالتفاعل
F = 96500 C/mol (ثابت فاراداي)
E°_{cell} = جهد الخلية القياسي

@A_M_Z_F

س..

عند الظروف القياسية (1atm ، 25°C) اي تفاعل سيجري تلقائياً في المحلول المائي الذي يحتوي الايونات Ce^{+4} ، Ce^{+3} ، Fe^{+3} ، Fe^{+2} ثم احسب $\Delta G°$ ، K_{eq} علماً ان جهود الاختزال القياسي ($E° Ce^{+4}/Ce^{+3} = 1.61\ V$)
($E° Fe^{+3}/Fe^{+2} = 0.77\ V$)

الحل

نختار اعلى جهد اختزال للكاثود واقل جهد اختزال للانود لحصول التفاعل تلقائياً

$$Fe^{+2} \longrightarrow Fe^{+3} + \bar{e} \qquad E°_{anode} = -0.77\ V$$
$$Ce^{+4} + \bar{e} \longrightarrow Ce^{+3} \qquad E_{cathode} = +1.61\ V$$

$$Fe^{+2}_{(aq)} + Ce^{+4}_{(aq)} \longrightarrow Fe^{+3}_{(aq)} + Ce^{+3}_{(aq)}$$

$$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathode}$$
$$= -0.77 + 1.61 = +0.84\ V$$ تلقائي

$$\Delta G = -nFE°_{cell}$$
$$= -(1 \times 96500 \times 0.84) = -81060\ J/mol$$

$$E°_{cell} = \frac{0.026}{n} \ln K_{eq}$$

$$0.84 = \frac{0.026}{1} \ln K_{eq} \Longrightarrow 32.3 = \ln K_{eq}$$

$$K_{eq} = 1.07 \times 10^{4} \simeq 1.1 \times 10^{4}$$

س.. ٢٨

احسب K_{eq} للتفاعل ($Sn_{(s)} + Pb^{+2}_{(aq)} \rightarrow Sn^{+2}_{(aq)} + Pb_{(s)}$) علماً ان جهود الاختزال ($E° Sn^{+2}/Sn = -0.14\ V$) ($E° Pb^{+2}/Pb = -0.13\ V$) $\ln 2.16 = 0.77$

الحل

$$Sn \longrightarrow Sn^{+2} + 2\bar{e} \qquad E°_{anode} = +0.14\ V$$
$$Pb^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Pb \qquad E°_{cathod} = -0.13\ V$$

$$Sn_{(s)} + Pb^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Sn^{+2}_{(aq)} + Pb_{(s)}$$

$$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathod} = 0.14 + (-0.13) = 0.01\ V$$

$$E°_{cell} = \frac{0.026}{n} \ln K_{eq} \Longrightarrow 0.01 = \frac{0.026}{2} \ln K_{eq}$$

$$\ln K_{eq} = 0.77 \Longrightarrow K_{eq} = e^{0.77} = 2.16$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

معادلة نيرنست ...!

وهي العلاقة التي تربط جهد الخلية القياسي (E_{cell}) مع جهد الخلية القياسي (E°_{cell}) عندما تكون جميع المواد المشاركة ذات تراكيز لا تساوي الواحد الصحيح وفي درجات حرارية مختلفة -

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \ln Q$$

← تستخدم عند اي درجة حرارية

* عند التعويض بالثوابت تصبح المعادلة كما يلي -

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{8.314\ J/K \cdot mol \times 298K}{n(mol) \times 96500\ C/mol} \ln Q$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln Q$$

← تستخدم بدرجة 25°C (298K) او عند عدم ذكر الدرجة الحرارية

* من خلال معادلة نيرنست نستطيع حساب جهد الخلية بدلالة تراكيز المتفاعلات والنواتج في تفاعل الخلية -

* عندما تعمل الخلية الكلفانية يبدأ جهدها بالانخفاض بسبب انخفاض تركيز المتفاعلات وزيادة تركيز النواتج .. لذلك نطبق معادلة نيرنست لحساب جهد الخلية في اي لحظة من لحظات سير التفاعل .. لذلك تم ادخال حاصل التفاعل Q بالمعادلة (ويمثل حاصل قسمة تراكيز النواتج على المتفاعلات للخلية العامة)

ملاحظة دقيقة
* تدخل في قيمة Q عند استخدام معادلة نيرنست تراكيز الايونات فقط في تفاعل الخلية العام
* تراكيز (فعالية) العنصر الحر الصلب او السائل او محلول القطب القياسي = ١
* يعوض عن الغازات بقدر ضغطها

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

* عندما تكون تراكيز المواد المتفاعلة والناتجة متساوية .. فان قيمة Q تكون مساوية للواحد فتصبح جهد الخلية القياسي والغير قياسي متساوي

$$\because Q = 1,\ \ln 1 = 0 \Rightarrow E_{cell} = E^{\circ}_{cell}$$

* جهد الخلية يتناسب طردياً مع تراكيز المتفاعلات وعكسياً مع تراكيز النواتج .
* تكون الخلية غير قياسية اذا كان احد اقطابها قياسي والاخر غير قياسي .
* يمكن تطبيق معادلة نيرنست لحساب جهد خلية غير قياسية وكذلك في حساب جهد قطب لوحده .

حساب E_{cell} بمعادلة نيرنست :-

1. نحدد الانود والكاثود ونكتب معادلتي التأكسد والاختزال
2. نجعل عدد الالكترونات متساوي ونجمع المعادلتين
3. نحسب E°_{cell} من خلال المعادلة ($E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E_{cathode}$)
4. نطبق معادلة نيرنست لحساب E_{cell} .

* يجب رفع تراكيز الايونات للاس الذي يمثل عدد مولات الايون في معادلة التفاعل العام للخلية عند تعويضها في قيمة Q

مثال :-

عبر عن معادلة نيرنست لخلية دانيال ذات التفاعل العام التالي وبدرجة 25°C

$$Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Cu_{(s)}$$

الحل

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$$

علل (2011/2) :- يمكن لخلية فولتائية قطباها من نفس العنصر ان تولد او لاتولد تيار ؟ .

ج/ يمكن ان تولد التيار اذا كانت التراكيز مختلفة عند القطبين ولاتولد اذا كانت التراكيز متساوية وحسب معادلة نيرنست

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln Q$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

مثال//

احسب جهد الخلية (E cell) وبدرجة $25^{\circ}C$ للخلية ذات التفاعل العام التالي، علماً ان تراكيز الايونات $[Cu^{+2}] = 0.01M$ ، $[Ag^{+}] = 0.01M$ وجهود الاختزال $E Ag^{+}/Ag = +0.80V$ ، $E Cu^{+2}/Cu = 0.34V$. $(\ln 100 = 4.6)$

$$2Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(s)} \longrightarrow 2Ag_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)}$$

(اختزال: $Ag^{+} \to Ag$ ، تأكسد: $Cu \to Cu^{+2}$)

الحل

$$Cu_{(s)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2\bar{e} \qquad E^{\circ}_{anode} = -0.34V$$

$$2Ag^{+}_{(aq)} + 2\bar{e} \longrightarrow 2Ag \qquad E^{\circ}_{cathode} = +0.80V$$

$$2Ag^{+} + Cu \longrightarrow 2Ag + Cu^{+2}$$

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathode}$$
$$= -0.34 + (+0.80) = 0.46\ V$$

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Cu^{+2}]}{[Ag^{+}]^2}$$

$$= 0.46 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{(0.01)}{(0.01)^2}$$

$$= 0.46 - 0.013 \ln 100$$

$$= 0.46 - 0.013 \times 4.6 = 0.46 - 0.06 = 0.4\ V$$

لاحظ بدقة.. يجب ان تكون عمليات الضرب قبل الطرح

مثال اضافي/

تنبأ فيما اذا سيجري التفاعل تلقائياً كما هو مكتوب عند 298 K علماً ان تراكيز الايونات $[Co^{+2}] = 0.2M$ ، $[Fe^{+2}] = 0.7M$ وجهود الاختزال القياسية $E Co^{+2}/Co = -0.28V$ ، $E Fe^{+2}/Fe = -0.44V$ $(\ln 0.28 = -1.25)$ ؟

$$Fe^{+2}_{(aq)} + Co_{(s)} \longrightarrow Fe_{(s)} + Co^{+2}_{(aq)}$$

الحل .

$$Co_{(s)} \longrightarrow Co^{+2}_{(aq)} + 2\bar{e} \qquad E_{anode} = 0.28\ V$$

$$Fe^{+2}_{(aq)} + 2\bar{e} \longrightarrow Fe_{(s)} \qquad E_{cathode} = -0.44V$$

$$Fe^{+2}_{(aq)} + Co_{(s)} \longrightarrow 2Fe_{(s)} + Co^{+2}_{(aq)}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode}$$
$$= -0.28 + (-0.44) = -0.16\ V$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Co^{+2}]}{[Fe^{+2}]}$$
$$= -0.16 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.2}{0.7} = -0.16 - 0.013 \ln 0.285$$
$$= -0.16 - 0.013 \times (-1.252) = -0.16 + 0.016 = -0.144$$

التفاعل غير تلقائي والعكسي هو التلقائي

س 11/...

وجد ان E_{cell} لخلية كلفانية تساوي $0.73\ V$ عند $25\ ^\circ C$ ، افترض ان $[Zn^{+2}] = 0.1\ M$ وضغط غاز الهيدروجين $1\ atm$ ، احسب التركيز المولاري الى H^+ ، علماً ان $E^\circ\ Zn^{+2}/Zn = -0.76\ V$ وحسب التفاعل التالي ؟

$$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_2 \quad (\ln 10 = 2.3)$$

الحل ..

من خلال المعادلة فان Zn هو الانود والهيدروجين هو الكاثود ..

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^\circ_{anode} = 0.76\ V$$
$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} \qquad E^\circ_{cathode} = 0\ V$$
$$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2} + H_{2(g)}$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$$
$$= 0.76 + 0 = 0.76\ V$$

> لاحظ بدقة .. بحالة وجود رسم للخلية ولا توجد معادلة .. فيكون القطب الذي تخرج منه الالكترونات هو الانود والمستلم لها هو الكاثود .

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}][H_2]}{[Zn][H^+]^2}$$

$$0.73 = 0.76 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.1 \times 1}{1 \times [H^+]^2}$$

$$-0.03 = -0.013 \ln \frac{0.1}{[H^+]^2} \Rightarrow \frac{-0.03}{-0.013} = \ln \frac{0.1}{[H^+]^2}$$

$$2.3 = \ln \frac{0.1}{[H^+]^2} \Rightarrow \ln 10 = \ln \frac{0.1}{[H^+]^2}$$

$$[H^+]^2 = \frac{0.1}{10} = 0.01 \Rightarrow [H^+] = 0.1\ mol/L$$

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

$E^\circ cell = E^\circ anode + E^\circ cathode$
$= -0.28 + (-0.44) = -0.16 V$

$Ecell = E^\circ cell - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Co^{+2}]}{[Fe^{+2}]}$
$= -0.16 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.2}{0.7} = -0.16 - 0.013 \ln 0.285$
$= -0.16 - 0.013 \times (-1.252) = -0.16 + 0.016 = -0.144$
التفاعل غير تلقائي والعكسي هو التلقائي

س11/...
وجد ان Ecell لخلية كلفانية تساوي 0.73 V عند 25°c ، افترض ان $[Zn^{+2}] = 0.1 M$ وضغط غاز الهيدروجين 1 atm ، احسب التركيز المولاري الى H^+ ، علماً ان $E^\circ Zn^{+2}/Zn = -0.76V$ وحسب التفاعل التالي ؟
$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{+2} + H_2$ ($\ln 10 = 2.3$)

الحل ..
من خلال المعادلة فان Zn هو الانود والهيدروجين هو الكاثود ..

$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e$ $E^\circ anode = 0.76 V$
$2H^+_{(aq)} + 2e \longrightarrow H_{2(g)}$ $E^\circ cathode = 0 V$
$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2} + H_{2(g)}$

$E^\circ cell = E^\circ anode + E^\circ cathod$
$= 0.76 + 0 = 0.76V$

لاحظ بدقة ..
بحاله وجود رسم للخلية ولا توجد معادله.. فيكون القطب الذي تخرج منه الالكترونات هو الانود والمستلم لها هو الكاثود .

$Ecell = E^\circ cell - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}][H_2]}{[Zn][H^+]^2}$

$0.73 = 0.76 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.1 \times 1}{1 \times [H^+]^2}$

$-0.03 = -0.013 \ln \frac{0.1}{[H^+]^2} \Rightarrow \frac{-0.03}{-0.013} = \ln \frac{0.1}{[H^+]^2}$

$2.3 = \ln \frac{0.1}{[H^+]^2} \Rightarrow \ln 10 = \ln \frac{0.1}{[H^+]^2}$

$[H^+]^2 = \frac{0.1}{10} = 0.01 \Rightarrow [H^+] = 0.1 mol/L$

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

س١٢ / ...

احسب E°_{cell} ، E_{cell} و ΔG للخلية .. علماً ان جهود الاختزال القياسية هي

$E^\circ_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14\,V$ ، $E^\circ_{Mg^{+2}/Mg} = -2.37\,V$ ($\ln 1.25 = 0.2$)

$$Mg\,|\,Mg^{+2}(0.05M)\,||\,Sn^{+2}(0.04M)\,|\,Sn$$

الحل

من خلال التعبير يتضح ان Mg هو الانود (يسار الخلية) و Sn هو الكاثود (اليمين)

1/
$$Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^- \qquad E^\circ_{anode} = 2.37\,V$$
$$Sn^{+2} + 2e^- \rightarrow Sn \qquad E^\circ_{cathode} = -0.14\,V$$
$$Mg + Sn^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Sn$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode} = 2.37 + (-0.14) = 2.23\,V$$

2/
$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n}\ln\frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]} = 2.23 - \frac{0.026}{2}\ln\frac{0.05}{0.04}$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.013\ln 1.25 = 2.23 - 0.013 \times 0.2 = 2.2\,V$$

3/
$$\Delta G = -nFE_{cell} = -(2 \times 96500 \times 2.2) = -424600\,J/mol$$

س١٣ / ...

اكتب معادلة نيرنست وعرف جميع الرموز التي تحتويها ؟ .

الحل

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{RT}{nF}\ln Q$$

E_{cell} = جهد الخلية

E°_{cell} = جهد الخلية القياسي

R = ثابت الغاز العام ويساوي $8.314\,J/K.mol$

T = درجة الحرارة بالكلفن

n = عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة

F = ثابت الفاراداي ويساوي $96500\,C/mol$

Q = حاصل قسمة تراكيز النواتج على تراكيز المتفاعلات للخلية العامة

س١٧ / ...

احسب E°_{cell} ، E_{cell} ، ΔG لتفاعلات الخلايا التالية ($\ln 1.25 = 0.2$)

① $Mg_{(s)} + Sn^{+2}_{(aq)} \rightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + Sn_{(s)}$ ($\ln 10 = 2.3$)

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

علماً ان تراكيز الايونات هي $[Mg^{+2}] = 0.05\,M$ ، $[Sn^{+2}] = 0.04\,M$
وجهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Mg^{+2}/Mg} = -2.37\,V$ ، $E^\circ_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14\,V$

[2] $3Zn_{(s)} + 2Cr^{+3}_{(aq)} \longrightarrow 3Zn^{+2}_{(aq)} + 2Cr_{(s)}$

علماً ان $[Cr^{+3}] = 0.01\,M$ ، $[Zn^{+2}] = 0.001\,M$ وجهود الاختزال القياسية
هي $E_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\,V$ ، $E_{Cr^{+3}/Cr} = -0.74\,V$.

الحل

[1]

$$Mg_{(s)} \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^- \quad E^\circ_{anode} = 2.37\,V$$
$$Sn^{+2} + 2e^- \longrightarrow Sn \quad E^\circ_{cathode} = -0.14\,V$$
$$Mg + Sn^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Sn$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = 2.37 + (-0.14) = +2.23\,V$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$$

$$= 2.23 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.05}{0.04}$$

$$= 2.23 - 0.013 \ln 1.25 = 2.23 - (0.013 \times 0.2) = 2.2\,V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

$$= -(2 \times 96500 \times 2.2) = -424600\ J/mol$$

[2]

$$3Zn_{(s)} \longrightarrow 3Zn^{+2} + 6e^- \quad E^\circ_{anode} = 0.76\,V$$
$$2Cr^{+3} + 6e^- \longrightarrow 2Cr_{(s)} \quad E_{cathod} = -0.74\,V$$
$$3Zn + 2Cr^{+2} \longrightarrow 3Zn^{+2} + 2Cr$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} = 0.76 + (-0.74) = 0.02\,V$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]^3}{[Cr^{+3}]^2}$$

$$= 0.02 - \frac{0.026}{6} \ln \frac{(10^{-3})^3}{(10^{-2})^2} = 0.02 - 0.004 \ln 10^{-5}$$

$$= 0.02 - (0.004(-5 \ln 10)) = 0.02 - (0.004(-5 \times 2.3)$$

$$= 0.02 - (0.004 \times -11.5) = 0.02 + 0.046 = 0.066\,V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

$$= -(6 \times 96500 \times 0.066) = -38214\ J/mol$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ١٠٠٠/

احسب $E^\circ cell$ لخلية مكونة من نصفي التفاعل Zn/Zn^{+2} ، SHE ، ثم كم سيكون جهد الخلية $E\ cell$ اذا كان $[Zn^{+2}] = 0.45M$ ، $P_{H_2} = 1atm$ ، $[H^+] = 1.8\ M$ علماً أن جهد الاختزال القياسي $E^\circ Zn^{+2}/Zn = -0.76\ V$ ؟ . $(\ln 0.14 = -1.97)$

الحل

∵ جهد الاختزال القياسي للخارصين اصغر من جهد اختزال الهيدروجين

∴ يعتبر الخارصين هو الانود والهيدروجين هو الكاثود .

$$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2\bar{e} \qquad E^\circ anode = 0.76\ V$$

$$2H^+_{(aq)} + 2\bar{e} \longrightarrow H_2 \qquad E^\circ cathode = 0\ V$$

$$Zn_{(s)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

$$E^\circ cell = E^\circ anode + E^\circ cathod$$

$$= 0.76 + 0 = 0.76\ V$$

$$E\ cell = E^\circ cell - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[H^+]^2}$$

$$= 0.76 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.45}{(1.8)^2} = 0.76 - 0.013 \ln 0.14$$

$$= 0.76 - (0.013 \times -1.97)$$

$$= 0.76 + 0.03$$

$$= 0.79\ V$$

لاحظ بدقة../

عند عدم ذكر درجة الحرارة .. يتم اعتبارها بدرجة $25^\circ C$

رحلة التفوق في السادس @

لاحظ بدقة..

يمكن استخدام معادلة نيرنست للاقطاب لوحدها مثل استخدامها للخلية .. وعندها يجب كتابة معادلة اختزال ذلك القطب

س ٢ / ١٠٠٠

احسب تركيز ايونات الخارصين في محلول قطب الخارصين اذا كان جهد اختزال الخارصين غير القياسي يساوي $-0.82\ V$ وجهد اختزاله القياسي $E^\circ Zn^{+2}/Zn = -0.76\ V$

$(\ln 100 = 4.601$ لس$)$

الحل نكتب اولاً تفاعل اختزال ايونات الخارصين الى فلز الخارصين

$$Zn^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Zn_{(s)} \qquad E^\circ cathod = -0.76\ V$$

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

$$E_{Zn\ فخ} = E^{\circ}_{Zn\ فخ} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn]}{[Zn^{+2}]}$$

$$-0.82 = -0.76 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$-0.06 = -0.013 \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$\frac{-0.06}{-0.013} = \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$4.6 = \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]}$$

$$\ln 100 = \ln \frac{1}{[Zn^{+2}]} \Rightarrow [Zn^{+2}] = \frac{1}{100} = 0.01\ mol/L$$

رحلة التفوق في السادس @

س٤٥ ...٪

احسب جهد خلية دانيال اذا علمت ان تركيز كيديتات الخارصين 0.1M وتركيز ايونات النحاس 0.01M في درجة 25°C وان الجهد القياسي للخلية يساوي 1.10V
(ln10 = 2.3)

الحل

ان خلية دانيال متكونة من الانود (الخارصين) والكاثود (النحاس)

$Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2\bar{e}$ تأكسد

$Cu^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Cu$ اختزال

$Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]} = 1.1 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.1}{0.01}$$

$$= 1.1 - 0.013 \ln 10 = 1.1 - (0.013 \times 2.3) = 1.07\ V$$

س٤٦ ...٪

خلية كلفانية تفاعلها العام وبدرجة 25°C وجهدها القياسي +0.74V، احسب التغير في الطاقة الحرة (ln10 = 2.3)

$$Cu^{+2}_{(aq)}\ (0.01M) + Cd_{(s)} \rightarrow Cu_{(s)} + Cd^{+2}_{aq}\ (0.1M)$$

الحل

$Cd \longrightarrow Cd^{+2} + 2\bar{e}$ anode

$Cu^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Cu$ cathode

$Cd + Cu^{+2} \longrightarrow Cd^{+2} + Cu$

$$E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Cd^{+2}]}{[Cu^{+2}]} = 0.74 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.1}{0.01}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$E_{cell} = 0.74 - 0.013 \ln 10 = 0.74 - 0.013 \times 2.3 = 0.71V$

$\Delta G = -nFE_{cell}$

$= -(2 \times 96500 \times 0.71) = -137030 \; J/mol$

س../ احسب ΔG لتفاعل الخلية التالي وبدرجة $25°C$ علماً أن $E°_{Mg^{+2}/Mg} = -2.37V$ ($\ln 0.01 = -4.6$)

$((Mg|Mg^{+}(1M) || Br^{-}(0.1M) | Br_2(1atm)|Pt))$ $E°_{Br_2/Br^-} = 1.07V$,

الحل/ يعتبر البروم هو الكاثود والمغنسيوم هو الانود من خلال تعبير الخلية كتابة :

$Mg \longrightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ $E\,anode = +2.37V$

$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$ $E\,cathode = +1.07V$

$Mg + Br_2 \longrightarrow Mg^{+2} + 2Br^-$

$E°_{cell} = E°_{anode} + E°_{cathode} = 2.37 + 1.07 = 3.44V$

$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln [Mg^{+2}][Br^-]^2$

$= 3.44 - \frac{0.026}{2} \ln (0.1)^2 = 3.44 - 0.013 \times \ln 0.01 = 3.5V$

$\Delta G = -nFE_{cell}$

$= -(2 \times 96500 \times 3.5) = -675500 \; J/mol$

س../ ما مقدار ΔG للخلية التالية وبدرجة $25°C$ علماً أن $(1 \times 10^{10} = K_{eq})$ $(\ln 10 = 2.3)$

وحسب التفاعل التام $2H^+_{aq}(1M) + Pb_{(s)} \longrightarrow H_{2(g)} + Pb^{+2}_{aq}(0.01M)$

الحل/

$Pb \longrightarrow Pb^{+2} + 2e^-$

$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

$Pb + 2H^+ \longrightarrow Pb^{+2} + H_2$

$E°_{cell} = \frac{0.026}{n} \ln K_{eq} = \frac{0.026}{2} \ln 10^{10} = 0.013(10 \times \ln 10) = 0.3V$

$E_{cell} = E°_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Pb^{+2}]}{[H^+]^2}$

$= 0.3 - 0.013 \ln \frac{0.01}{(1)^2}$

$= 0.3 - 0.013 \ln 10^{-2} = 0.3 - 0.013(-2 \times 2.3) = 0.36V$

$\Delta G = -nFE_{cell}$

$= -(2 \times 96500 \times 0.36) = -69480 \; J/mol$

رحلة التفوق في السادس @
Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ٨ ..١/

خلية فولتائية وبدرجة 25°ع وحسب التفاعل $Sn^{+2}_{aq} + Ni_{(s)} \rightarrow Sn_{(s)} + Ni^{+2}_{aq}$ فاذا علمت ان جهد الخلية غير القياسي $+0.17\,V$ .. احسب $[Ni^{+2}]$ علماً ان جهود الاختزال $E^\circ Sn^{+2}/Sn = -0.14\,V$ و $E^\circ Ni^{+2}/Ni = -0.25\,V$ وان قطب القصدير قياسي. ($\ln 10^{-2} = -4.6$)

الحل

$$Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^- \qquad E^\circ anode = +0.25\,V$$
$$Sn^{+2} + 2e^- \rightarrow Sn \qquad E^\circ cathode = -0.14\,V$$
$$Ni + Sn^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Sn$$

$$E^\circ cell = E^\circ anode + E^\circ cathod = 0.25 + (-0.14) = 0.11\,V$$

$$E = E^\circ cell - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$$

$$0.17 = 0.11 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{1}$$

$$0.06 = -(0.013 \ln [Ni^{+2}])$$

$$\ln [Ni^{+2}] = \frac{0.06}{-0.013} \Rightarrow \ln [Ni^{+2}] = -4.6$$

$$\ln [Ni^{+2}] = \ln 0.01 \Rightarrow [Ni^{+2}] = 0.01\,M$$

لاحظ بدقة ..١/
$\ln [Ni^{+2}] = -4.6$
$[Ni^{+2}] = e^{-4.6}$
$= 0.01$

لاحظ بدقة .. تم اعتبار $[Sn^{+2}] = 1$ لان قطب القصدير قياسي

س ٩ ..١/

خلية كلفانية وبدرجة 25°ع ، احد اقطابها هو الهيدروجين وبضغط (1 atm) من غاز الهيدروجين .. والاخر قطب النيكل حيث تركيز ايوناته 0.01M .. احسب PH لمحلول قطب الهيدروجين علماً ان مقدار الطاقة الحرة الغيرقياسية هو $-48.25\,kJ/mol$ وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي $-0.25\,V$. ($\ln 1 = 0$)

الحل

$$Ni_{(s)} \rightarrow Ni^{+2}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^\circ anode = 0.25\,V$$
$$2H^+_{aq} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} \qquad E^\circ cathod = 0\,V$$
$$Ni_{(s)} + 2H^+_{aq} \rightarrow Ni^{+2} + H_{2(g)}$$

$$E^\circ cell = E^\circ anode + E^\circ cathode$$
$$= 0.25 + 0 = +0.25\,V$$

$$-48.25 \frac{kJ}{mol} \times \frac{1000\,J}{1\,kJ} = -48250\,J/mol$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$\Delta G = -nFE_{cell}$

$\therefore E_{cell} = \frac{\Delta G}{-nF} = \frac{-48250}{-2 \times 96500} = 0.25\ V$

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[H^+]^2}$

$0.25 = 0.25 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{0.01}{[H^+]^2}$

$0 = -0.013 \ln \frac{0.01}{[H^+]^2} \Rightarrow \frac{0}{-0.013} = \ln \frac{0.01}{[H^+]^2}$

$0 = \ln \frac{0.01}{[H^+]^2} \Rightarrow \ln 1 = \ln \frac{0.01}{[H^+]^2} \Rightarrow [H^+] = 0.1M$

$PH = -\log[H^+] = -(\log 10^{-1}) = -(-\log 10) = 1$

س٢ (١/٢٠١٢) ...

اذا علمت ان جهد الخلية الاتية وبدرجة 25°م يساوي 0.9992V جد تركيز ايونات Sn^{+2} في محلول القطب علماً ان قطب الفضة في ظروفه القياسية وان جهود الاختزال هي $(E^\circ Sn^{+2}/Sn = -0.14\ V)$ $(E^\circ Ag^+/Ag = 0.80\ V)$ وان $(\ln 10^{-2} = -4.6)$

$Sn|Sn^{+2}(?M)||Ag^+(1M)|Ag$

الحل

$Sn \longrightarrow Sn^{+2} + 2e^- \qquad E^\circ_{anode} = 0.14\ V$

$2Ag^+ + 2e^- \longrightarrow 2Ag \qquad E^\circ_{cathode} = 0.80\ V$

$Sn_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Sn^{+2}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathode} = 0.14 + 0.80 = 0.94\ V$

$E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Sn^{+2}]}{[Ag^+]^2}$

$\because$ قطب الفضة في ظروفه القياسية فيكون $[Ag^+] = 1\ M$

$0.9992 = 0.94 - 0.013 \ln \frac{[Sn^{+2}]}{1} \Rightarrow -4.6 = \ln[Sn^{+2}]$

$\ln[Sn^{+2}] = \ln 0.01 \Rightarrow [Sn^{+2}] = 0.01\ M/L$

رحلة التفوق في السادس @
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

امثلة غير محلولة ..

① خلية فولتائية قطباها من الكوبلت والفضة احسب Ⅰ ΔG ، Ⅱ Keq عندما يجهز التيار للجهد (جهود الاختزال القياسية Co = -0.28 ، Ag = 0.80) فولت.

② قيمة Keq = 10^{37} في خلية دانيال وبدرجة 25°C ... احسب جهد الاختزال لايونات النحاس ∑ علماً ان جهد الاختزال القياسي للخارصين -0.76V ؟.

③ خلية فولتائية ذات التفاعل ($Ni + 2H^+ \longrightarrow Ni^{+2} + H_2$) وجدان Ecell يساوي 0.25V احسب ΔG (٧ ج..٧)

④ احسب جهد قطب الهيدروجين حيث PH = 4 عند 25°C وضغط 1 atm من غاز الهيدروجين (١/ ج..٤)

⑤ احسب جهد نصف الخلية ($Fe^{+3} + \bar{e} \rightarrow Fe^{+2}$) عندما يكون تركيز Fe^{+2} = 0.1M وتركيز Fe^{+3} = 0.01M علماً ان جهد الاختزال القياسي Fe^{+3} = 0.77V

⑥ احسب [Cl^-] في محلول قطب الكلور وبدرجة 25°C للحصول على جهد اختزال 1.42V علماً ان جهد اختزال الكلور القياسي = 1.36V

⑦ للتفاعل ($M + 2H^+ \longrightarrow M^{+2} + H_2$) احسب PH لمحلول قطب الهيدروجين في اللحظة التي يتساوى فيها جهد الخلية القياسي والغير قياسي وبدرجة 25°C علماً ان ضغط H_2 = 1atm وتركيز M^{+2} = 0.0016M (log4 = 0.6)

⑧ خلية فولتائية وعند 25°C فان جهد اختزال الفضة القياسي 0.80V وبعد عمل الخلية لزمن معين اصبح جهد الاختزال الغير قياسي 0.6816V ، كم يصبح [Ag] في المحلول وهل ان قطب الفضة انود ام كاثود ولماذا .

⑨ احسب PH لمحلول الكاثود في الخلية التالية وبدرجة 25°C علماً ان ΔG هي -123828.8 J وان ΔG° هي 146680 J حسب التعبير

$Zn | Zn^{+2}(1M) || H^+(M) | H_2(1atm) | Pt$

⑩ احسب ΔG لتفاعل خلية وبدرجة 25°C علماً ان ΔG° = -212.3 KJ

$Zn | Zn^{+2}(0.1M) || Cu^{+2}(0.01M) | Cu$

رحلة التفوق في السادس
Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الخلايا الالكتروليتية ...!

وهي خلايا مستهلكة للتيار الكهربائي ، وفيها تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية ، وتجري تفاعلاتها بشكل غير تلقائي ، ولها تطبيقات صناعية مثل استخدام خلايا التحليل الكهربائي في تنقية الفلزات وعمليات الطلاء الكهربائي.

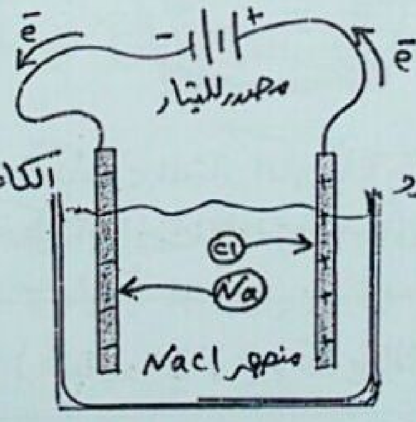
* قيمة ΔG للخلايا الالكتروليتية قيمة موجبة (ΔG ⊕) .

التحليل الكهربائي ...!

عملية يتم فيها استخدام الطاقة الكهربائية لجعل تفاعل الخلية الالكتروليتية الغير الغير تلقائي يحدث .

خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم ...!

وتتكون من اقطاب (كاربون ، بلاتين) مغمورة في منصهر كلوريد الصوديوم ، مع مصدر كهربائي (بطارية) ، حيث تكون ايونات Na^+ و Cl^- حرة الانتقال بالمنصهر



$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$ $\qquad$ $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

عند التحليل الكهربائي .. يحدث على الكاثود (القطب السالب) اختزال ايونات Na^+ الى فلز Na ، وعند الانود يحدث تأكسد لايونات Cl^- فقط .. حيث يتحرر الكترون الى الانود لنحصل على ذره كلور متعادله .. ثم تتحد ذرتان من الكلور ليتحرر بشكل غاز الكلور Cl_2

$2\times \; (Na^+ + e^- \longrightarrow Na)$ اختزال / كاثود

$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$ تأكسد / الانود

$2Na^+ + 2Cl^- \longrightarrow 2Na + Cl_2$ تفاعل عام

* يجب ابقاء الصوديوم مفصولاً عن غاز الكلور لكي لا يتفاعلان تلقائياً وتكوين $NaCl$ ثانيةً .

@A_M_Z_F

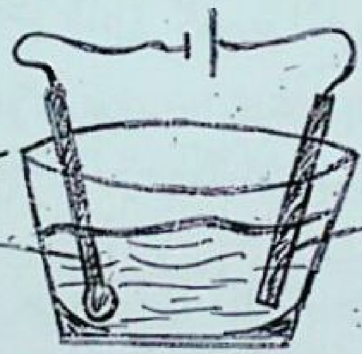
الطلاء الكهربائي .../

طريقة يستخدم بها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز آخر لحماية المعادن (الفلزات) من الصدأ او التآكل.

خلايا الطلاء الكهربائي ... /

وتتكون من مايلي ../

1. قطب الانود ... ويتكون من الفلز النقي المراد الطلاء به مثل الفضة او الذهب.
2. قطب الكاثود ... ويتكون من السطح (المادة) المراد طلائها مثل ملعقة الطعام.
3. محلول الخلية ... ويكون حاوياً على احد املاح الفلز النقي المراد الطلاء به، مثل نترات الفضة $AgNO_3$ (عندما يكون الفضة هو الانود) او نترات الذهب $Au(NO_3)_3$ (عندما يكون الذهب هو الانود)
4. مصدر كهربائي ..



* تعتمد جودة الطلاء على .. (1) ان يكون التيار الكهربائي ضعيف.
(2) تركيز ايونات الفلز المستخدم المراد الطلاء به قليلاً.

س 9 .../

ما الفرق بين الخلية الكلفانية (خلية دانيال) وخلايا التحليل الكهربائي؟

الخلية الكلفانية	خلية التحليل الكهربائي
1- تستخدم التفاعل الكيميائي للحصول على الطاقة الكهربائية	1- تستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث تفاعل كيميائي
2- تفاعلاتها تلقائية (ΔG = سالبة)	2- تفاعلاتها غير تلقائية (ΔG موجبة)
3- تستخدم الجسر الملحي	3- لا تستخدم الجسر الملحي
4- تنتقل فيها الالكترونات المتحررة من الذرات الى الايونات عبر السلك الخارجي وتنتقل الايونات بين المحلولين عبر الجسر الملحي	4- تنتقل فيها الالكترونات من المصدر (بطارية) بواسطة الايونات الموجبة والسالبة الموجودة في المحلول الالكتروليتي او المواد المنصهرة
5- مثل خلية دانيال، بطاريات الاجهزة الكهربائية، بطاريات السيارات.	5- مثل خلية الطلاء الكهربائي او خلايا تنقية الفلزات.

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

قوانين فاراداي ..../

القانون الاول ../ تتناسب كتلة اي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية .

القانون الثاني ../ تتناسب كتل المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب باستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة .

* هذه القوانين تربط كمية المتفاعلات عند الاقطاب مع الكمية الكهربائية المارة بالخلية .

العمليات التي تجري عند الكاثود .../

1. تختزل ايونات الفلز الى ذرات عند الكاثود وتترسب علية .
2. تتحرر عند الكاثود الغازات التي تحمل ايوناتها في المحلول شحنة موجبة مثل (H_2) .

العمليات التي تجري عند الانود .../

1. تتاكسد الفلزات (تذوب) في محلول القطب (الفلز يعاني ذوبان او اضمحلال) .
2. تتحرر عند الانود الغازات التي تحمل ايوناتها في المحلول شحنة سالبة مثل Cl_2 او O_2 .

المصطلحات والوحدات .../

1. التيار الكهربائي (I) ووحدته الامبير (A) .
2. الشحنة الكهربائية (Q) ووحدته الكولوم (C) وقد تسمى الشحنة الكهربائية بعدد الكولومات .

* تقاس الشحنة الكهربائية من حاصل ضرب شدة التيار (I) في الزمن (t) بالثواني

$$Q(C) = I(A) \times t(s)$$

وقد تقاس الشحنة الكهربائية من خلال عدد مولات الالكترونات وتساوي حاصل قسمة عدد الكولومات $Q(C)$ على الفاراداي .

$F = 96500\,(C) =$ مرور مول واحد من الالكترونات $(1\,mol.\bar{e}) = N_A$

$$Q(mol.\bar{e}) = \frac{I(A) \times t(s)}{96500(C/mol)}$$

$Q(mol/\bar{e})$ هي عدد مولات الالكترونات المارة بالخلية

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

حسابات قوانين فاراداي .../

(1) مرور شحنة مول واحد من الالكترونات يساوي فاراداي واحد وكمايلي..

$$1F = 96500\ C/mol = 1\ (mol.\bar{e}) = NA(6.023\times10^{+23})$$

(2) الفاراداي الواحد يرسب مكافئ غرامي واحد من العنصر عند الكاثود ..او يذيب مكافئ غرامي واحد من العنصر عند الانود ...او يحرر مكافئ غرامي واحد من الغازات عند القطبين .

* عدد المولات $n(mol)$ هي عدد مولات المادة المترسبة عند الكاثود او الذائبة عند الانود او الغازات عند القطبين وحسب القانون ../

$$n = \frac{m}{M}$$

* تمثل $n(mol.\bar{e})$ بانها عدد الالكترونات المفقوده او المكتسبة خلال تفاعلات الخلية اي انها تساوي عدد التاكسد . وهي بنوعين ../

أ- للذرات ... تمثل عدد الالكترونات التي تصاحب تحرير العناصر .. لذلك فان عدد الالكترونات للفلزات (K , Na , Ag) تساوي (1) وللعناصر (Au , Al , Cr) تساوي (3) ولبقية العناصر تساوي (2) . حفظ

$Na^{+1} + \bar{e} \longrightarrow Na_{(s)}$ $n = 1\ (mol.\bar{e})$

$Al^{+3} + 3\bar{e} \longrightarrow Al_{(s)}$ $n = 3\ (mol.\bar{e})$

$Co^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Co_{(s)}$ $n = 2\ (mol.\bar{e})$

ب- للجزيئات ... وتمثل عدد الالكترونات التي تصاحب تحرير جزيئة غاز واحده .. لذلك فان عدد الالكترونات المفقوده او المكتسبة لجميع الغازات تساوي (2) ماعدا الاوكسجين فهو يساوي (4) . حفظ

$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2\bar{e}$ $n = 2(mol.\bar{e})$

$4OH^- \longrightarrow 2H_2O + O_2 + 4\bar{e}$ $n = 4(mol.\bar{e})$

* لاحظ بدقة مايلي ../ (الكهربائية) عدد مولات الالكترونات = $Q(mol.\bar{e})$

عدد الكولومات = $Q(C)$

عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة = $n(mol.\bar{e})$

عدد المولات = $n\ (mol)$

رحلة التفوق في السادس @A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

* لحل مسائل قوانين فاراداي نعمل وفق المخطط التالي ..

$\frac{m}{M}$ للفلزات

$PV = nRT$ (atm, L, 0.082, K) بأي درجة — للغازات

$V_{متحرر} = n \times 22.4$ ($V_m = 22.4$ حجم مولي) عند 25c وضغط (1 atm) — للغازات

$M = \frac{n}{V(L)}$ — للتراكيز

$n = \frac{\text{عدد الجسيمات}}{N_A}$ (ذرات، جزيئات) — لعدد الذرات والجزيئات

$$n(mol) = Q(mol.\bar{e}) \times \frac{1\,mol}{n(mol.\bar{e})}$$

$$Q = \frac{I(A) \cdot t(s)}{96500}$$

$$Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{N_A}$$

$n(mol.\bar{e})$: عدد الالكترونات المفقودة او المكتسبة في المعادلة وكما يلي

- للغازات: O_2 → 4 ، لبقية الغازات → 2
- للفلزات: Na, Ag, K → 1 ، لبقية الفلزات → 2 ، Au, Al, Cr → 3

$N_A = 6.023 \times 10^{23}$ عدد افوكادرو

* يجب كتابة المعادلة قبل تطبيق العلاقة المولية الرئيسية .
* تسمى $Q(mol.\bar{e})$ بالكمية الكهربائية .. بينما $Q(C)$ وتسمى بعدد الكولومات .

مثال ../

لتفاعل نصف الخلية ($Mg^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow Mg$) احسب عدد غرامات المغنيسيوم التي يمكن انتاجها من المغنيسيوم عند امرار تيار شدته 25A لفترة ساعة وما هي عدد ذرات المغنيسيوم المترسبة عند الكاثود ($Mg = 24$)

الحل

$$t(s) = 1(hr) \times \frac{(60 \times 60)s}{1hr} = 3600\,s$$

$$Q = \frac{I(A) \cdot t(s)}{96500} = \frac{25 \times 3600}{96500} = 0.9\,mol.\bar{e}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

$n(Mg) = Q(mol\text{-}\bar{e}) \times \frac{1\,mol}{n(mol\text{-}\bar{e})} = 0.9 \times \frac{1}{2} = 0.45\ mol$

$m = n \times M = 0.45 \times 24 = 10.8\,g$

$\text{عدد الذرات} = n \times N_A = 0.45 \times 6.023 \times 10^{23} = 2.7 \times 10^{23}$ ذرة

س ١٣/ ...

ما شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة 200s ليرسب 3g من الذهب عند الكاثود (Au = 197) ؟

الحل

$Au^{+3} + 3\bar{e} \longrightarrow Au$

$n = \frac{m}{M} = \frac{3}{197} = 0.015\ mol$

$n(mol) = Q(mol\text{-}\bar{e}) \times \frac{1\,mol}{n(mol\text{-}\bar{e})}$

$0.015 = Q \times \frac{1}{3} \Longrightarrow Q = 0.015 \times 3 = 0.045\ mol\text{-}\bar{e}$

$Q = \frac{I \times t}{96500} \Longrightarrow I = \frac{0.045 \times 96500}{200} = 21.7\,A$

س ١٤/ ... ٢٠١٣-٢٠١٤

محلول لكبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.2M وحجمه 600ml ، امرر فيه تيار كهربائي شدته 96.5A ... احسب الزمن اللازم لكي يتبقى اسه 0.03 mol من ايون النحاس ؟

الحل

$Cu^{+2} + 2e \longrightarrow Cu$

$600\,ml \times \frac{1L}{1000\,ml} = 0.6L$

$M = \frac{n}{V} \Longrightarrow n = 0.2 \times 0.6 = 0.12\ mol$ (الكلي)

عدد مولات الايونات الذائبة + عدد مولات النحاس المترسبة = عدد المولات الكلية

$\therefore$ عدد مولات النحاس $= 0.12 - 0.03 = 0.09\ mol$

$n(mol) = Q(mol\text{-}\bar{e}) \times \frac{1\,mol}{n(mol\text{-}\bar{e})} \Longrightarrow Q = 0.09 \times 2 = 0.18\ mol\text{-}\bar{e}$

$Q = \frac{I \times t}{96500} \Longrightarrow t = \frac{0.18 \times 96500}{96.5} = 180\,s$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

رحلة التفوق في السادس @

مثال ../

احد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للماء هي $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4\bar{e}$ فاذا تم جمع 0.08L من O_2 عند 25 °C وضغط 755 mmHg ، احسب عدد مولات الالكترونات التي يجب تحريرها في المحلول ($1\,atm = 760\,mmHg$)

الحل

.. يتحرر الاوكسجين عند الانود ..

$$755\,mmHg \times \frac{1\,atm}{760\,mmHg} = 0.99\,atm$$

$$T = 273 + 25 = 298\,K$$

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{0.99 \times 0.08}{0.082 \times 298} = 0.003\,mol$$

$$n(mol) = Q(mol.\bar{e}) \times \frac{1\,mol}{n(mol.\bar{e})}$$

$$Q(mol.\bar{e}) = 0.003 \times 4 = 0.012\,mol.\bar{e}$$

مثال ../

يسري تيار كهربائي لفترة 3.75 hr خلال خليتي تحليل كهربائي مربوطتين على التوالي تحوي الاولى محلول $AgNO_3$ والثانية $CuCl_2$ وخلال هذا الزمن ترسب 2 g من الفضة في الخلية الاولى احسب (1) عدد غرامات النحاس التي ستترسب في الخلية الثانية . (2) ما هو التيار الساري بالامبير ($Ag = 108$ ، $Cu = 63$) ؟

الحل

1/ الخلية الاولى

$$n(Ag) = \frac{m}{M} = \frac{2}{108}$$

$$n(Ag) = 0.02\,mol$$

$$Ag^+ + 1\bar{e} \longrightarrow Ag$$

$$n = Q \times \frac{1\,mol}{n(mol.\bar{e})}$$

$$Q = 0.02 \times \frac{1}{1} = 0.02\,mol.\bar{e}$$

بالخلية الثانية $Cu^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Cu$

لاحظ يدفة ..
تتساوى الكمية الكهربائية Q التي تمر خلال خليتين مربوطتين على التوالي .

$$n(Cu) = Q \times \frac{1\,mol}{n(mol.\bar{e})}$$

$$= 0.02 \times \frac{1}{2} = 0.01\,mol$$ Cu (مترسب)

$$m(Cu) = n \times M = 0.01 \times 63$$

$$= 0.63\,g$$ نحاس مترسب

2/

$$t(s) = 3.75\,hr \times \frac{60 \times 60}{1\,hr} = 13500\,s$$

$$I = \frac{Q \times 96500}{t}$$

$$= \frac{0.02 \times 96500}{13500} = 0.14\,A$$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س٢١ / ...

امرر تيار كهربائي شدته (10 A) خلال 965 s في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ، ما وزن النحاس المترسب وعدد الذرات (Cu = 63) ؟

الحل

$$Q = \frac{I \times t}{96500} = \frac{10 \times 965}{96500} = 0.1\ mol.\bar{e}$$

$$CuSO_4 \longrightarrow Cu^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$Cu^{+2} + 2\bar{e} \longrightarrow Cu_{(s)}$$

$$n(Cu) = Q \times \frac{1\,mol}{n(mol.\bar{e})} = 0.1 \times \frac{1}{2} = 0.05\,mol\,(Cu)$$

$$m = n \times M = 0.05 \times 63 = 3.15\,g\,(Cu)$$

$$\text{عدد ذرات}\ (Cu) = n \times N_A = 0.05 \times 6.023 \times 10^{23}$$

$$= 0.3 \times 10^{23}\ \text{atom of}\ (Cu)$$

س٢٢ / ... (١/ ٢٠١٠)

يترسب 0.648 g من احد الفلزات احادي التكافؤ على الكاثود عند امرار تيار كهربائي شدته 3A مدة 13 s و 3 min في محلول احد الاملاح لذلك الفلز .. احسب الكتلة الذرية للفلز المترسب ؟.

الحل

$$3\,min \times \frac{60\,s}{1\,min} = 180\,s$$

$$t(s) = 13 + 180 = 193\,s$$

$$Q = \frac{I \times t}{96500} = \frac{3 \times 193}{96500} = 0.006\ mol.\bar{e}$$

$$n(mol) = Q \times \frac{1\,mol}{n(mol.\bar{e})}$$

$$= 0.006 \times \frac{1}{1} = 0.006\,mol$$

$$M = \frac{m}{n} = \frac{0.648}{0.006} = 108\ g/mol$$ ويمثل الفضة

س٢٣ / ...

احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP (الحجم المولي في STP لاي غاز = 22.4L) ؟.

رحلة التفوق في السادس @
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

* يعرف الحجم المولي V_m (حاصل قسمة الحجم على عدد المولات) [راجع الصف الرابع الفصل الثاني]
اما الحجم المولي لاي غاز في (STP) يساوي 22.4L.

الحل

$$\therefore V_m = \frac{V}{n} \quad (V_m = 22.4)$$

$$n(O_2) = \frac{2 \times 22.4}{22.4} = 2\ mol$$ مولات غاز O_2 المتحرره

$$2H_2O \longrightarrow O_2\uparrow + 4H^+ + 4\bar{e}$$

$$n(mol) = Q \times \frac{1\ mol}{n(mol \cdot \bar{e})} \Rightarrow Q = 2 \times 4 = 8\ mol \cdot \bar{e}$$

$$\text{عدد الالكترونات} = Q \times N_A = 8 \times 6.023 \times 10^{23}$$
$$= 48.16 \times 10^{23}\ e$$

س ٢٤ ... / (٢٠٠٤ / ١)

احسب شدة التيار اللازم امراره مدة $2\ hr$ و $520\ s$ في خلية تحليل الماء كهربائياً لكي يحرر 36.12×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية ؟.

الحل

لاحظ ان تحليل الماء كهربائياً .. يعطي حجمين هيدروجين وحجم واحد اوكسجين

$$2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$$
$$\quad\quad\quad\quad 2X \quad\quad X$$

عدد الجزيئات الكلية = عدد H_2 + عدد O_2

$$36.12 \times 10^{21} = 2X + X$$

$$X = \frac{36.12 \times 10^{21}}{3} = 12.04 \times 10^{21}$$ جزيئة وهو عدد جزيئات O_2

عدد جزيئات H_2 $= 2X = 2 \times 12.04 \times 10^{21}$
$$= 24.08 \times 10^{21}$$

عدد جزيئات O_2 $= n(O_2) \times N_A$

$$\therefore n(O_2) = \frac{12.04 \times 10^{21}}{6.023 \times 10^{23}} = 0.02\ mol$$

$$2H_2O \xrightarrow{\text{تأكسد}} O_2 + 4H^+ + 4\bar{e}$$

$$n(mol) = Q \times \frac{1\ mol}{n(mol \cdot \bar{e})}$$

$$Q = 0.02 \times 4 = 0.08\ mol \cdot \bar{e}$$

$$2\ hr \times \frac{60 \times 60}{1\ hr} = 7200\ (s)$$

$$\therefore t(s) = 520 + 7200 = 7720\ s$$

$$Q = \frac{I \times t}{96500}$$

$$I = \frac{0.08 \times 96500}{7720}$$

$$I = 1\ A\ (C/S)$$

> لاحظ بدقة .. يمكن الاعتماد على عدد جزيئات الهيدروجين ليكون نفس الناتج النهائي

@A_M_Z_F

س٢٥-/
اراد احد الصاغة طلاء خاتم ذهب فاستخدم تيار شدته (10 A) في خلية طلاء كهربائي تحوي احد املاح الذهب لترسيب الذهب على الخاتم .. فوجد انه خلال 9.65 s ان 75% من الكهربائية قد استهلك لترسيب الذهب .. فما كتلة الذهب (Au = 197) ؟.

الحل

$$Q = \frac{I \times t}{96500} = \frac{10 \times 9.65}{96500} = 0.001\ mol.\bar{e}$$

الكمية الكهربائية للترسيب $= \frac{75}{100} \times 0.001 = 0.00075\ mol.\bar{e}$

$$Au^{+3} + 3\bar{e} \longrightarrow Au$$

$$n(Au) = Q \times \frac{1\,mol}{n(mol.\bar{e})} = 0.00075 \times \frac{1}{3} = 0.00025\ mol(Au)$$

$$m = n \times M = 0.00025 \times 197 = 0.05\ g$$

س٢٦-/
عند امرار $0.2\ mol.\bar{e}$ في محلول كبريتات النحاس ، وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر $0.448\ L$ من الهيدروجين في (STP) ، احسب كتلة النحاس المترسبة (Cu = 63) ؟.

$$n = \frac{V}{22.4} \Rightarrow n(H_2) = \frac{0.448}{22.4} = 0.02\ mol(H_2)$$

$$n(mol) = Q \times \frac{1\,mol}{n(mol.\bar{e})}$$

الكهربائية التي حررت $0.448\,L$ من H_2: $Q = 0.02 \times 2 = 0.04\ mol.\bar{e}$

الكمية الكهربائية لترسيب النحاس = الكهربائية الكلية − الكهربائية التي حررت H_2

$$= 0.2 - 0.04 = 0.16\ mol.\bar{e}$$

$n(Cu) = 0.16 \times \frac{1}{2} = 0.08\ mol\ Cu$ مترسب

$$m = n \times M$$

$= 0.08 \times 63 = 5.04\ g$ من النحاس

س٢٧-/
ماهو التيار بالامبير (A) اللازم لترسيب 5 g من الذهب في الساعة على سطح الكاثود في محلول يحتوي على ملح للذهب حيث حالة تأكسد الذهب فيه تساوي +3 ؟ (Au=197)

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

وجود كلمة امرار او ترسب يجب كتابة معادلة الاختزال

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5}{197} = 0.025\ mol$$

$$n(mol) = Q(mol\text{-}\bar{e}) \times \frac{1\ mol}{n(mol\text{-}\bar{e})}$$

$$Q(mol\text{-}\bar{e}) = 0.025 \times 3 = 0.075\ mol\text{-}\bar{e}$$

$$t(s) = 1\ hr \times \frac{60 \times 60}{1\ hr} = 3600\ s$$

$$Q = \frac{I(A) \times t(s)}{96500} \Longrightarrow I = \frac{0.076 \times 96500}{3600} = 2.04\ A$$

أمثلة حيز محلولة ...!

مثال ①..!

خلية الكتروليتية قطباها من الفضة ، كتلة احداهما 10g والاخرى 8g ، امرر تيار كهربائي بشدة 10 A حتى تتساوى كتلتيهما .. جد زمن تساوي الوزنين (Ag = 108) ؟.

مثال ②..!

محلول HCl دالة الحامضية = 1 وبحجم 0.2L .. احسب PH المحلول بعد مرور 965 C بالمحلول ؟.

مثال ③..!

امرر تيار بشدة (10 A) في محلول يحتوي $AgNO_3$ فترسب جميع الفضة في المحلول والبالغة ثلاث امثال وزنة الذري .. احسب الزمن اللازم لترسيب ثلث الكمية في المحلول .

مثال ④..!

امرر نحق مول من الالكترونات في منصهر احد الاملاح لفلز ثنائي التكافؤ .. فترسب 20g من الفلز .. احسب ① الكتلة الذرية .. ② عدد الكولومات المستهلكة .. ③ شده التيار خلال 16min وخمس ثوان .

مثال ⑤..!

تم امرار تيار بشدة 20A لمده 50 min في محلول NaOH .. احسب ① حجم الهيدروجين المتحرر في STP .. ② .. اذا كان كتلة النحاس المترسب عند مرور تيار ثابت المقدار لمده ساعتين في محلول $CuSO_4$ يساوي 1.095g احسب شده التيار ؟.

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

⑥ مثال ..
احسب الكمية الكهربائية بالكولوم اللازمة لترسيب مول واحد من ايونات Ni^{+2}

⑦ مثال ..
اذا علمت ان ما يترسب من الخارصين في 10 min عند مرور تيار شدته 10 A لمحلول $ZnSO_4$ يساوي (2.04 g) .. ما مقدار الخارصين المترسب عند مرور تيار كهربائي شدته 50A ولمدة نصف ساعة ولنفس المحلول .

⑧ 2001 / 1
ما شدة التيار المار في خلية لتحليل الماء كهربائياً لمدة 3 min وعشرون ثانية ليتحرر (H_2) عند الكاثود وغاز (O_2) عند الانود . حيث يبلغ مجموع حجميهما في الظروف القياسية 0.045L .

⑨ فراغات وزارية ...
أ - يستخدم ـــــ الكولوم لترسيب ضعف الكتلة الذرية لفلز ثلاثي التكافؤ .
ب - عند امرار 1.5 mol.e في محلول يحتوي على ايونات الكلور لخلية التحليل الكهربائي فان حجم الكلور المتحرر ـــــ لتر في STP (2009 + 2012) .
ج - في خلية الطلاء الكهربائي نجعل القطعة المراد طلائها ـــــ الخلية .
د - عدد الكولومات المستغلة عند امرار تيار كهربائي مقداره 2A لمدة 100s لمحلول $CuSO_4$ تساوي ـــــ .

⑩ مثال ..
احسب الزمن اللازم لامرار تيار شدته (0.1 A) خلال خلية التحليل الكهربائي لتحرر $336 cm^3$ من الغازات على كلا القطبين .. ثم احسب عدد مولات الهيدروجين وعدد ذرات الاوكسجين المتحرر .

⑪ 2011 / 1
امرر تيار كهربائي في محلول يحتوي على فلز ثلاثي التكافؤ .. فترسب 1/3 من عدد افوكادرو من ذرات الفلز على الكاثود .. احسب ① عدد مولات الالكترونات المارة .. ② كتلة الفلز المترسب (الفلز = 27) .

⑫ 98 / 2
خلية لتحليل محلول لايونات Ni^{+2} تسرب من التيار المار فيها 10% فاذا مر فيها تيار شدته (10 A) ولمدة 16min وخمس ثواني .. احسب .. ① وزن النيكل المترسب . ② عدد الالكترونات المتسربة من الخلية .

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس @A_M_Z_F

البطاريات وخلايا الوقود .../

* تسمى الخلايا الكلفانية بالبطاريات ((علل)) لان كلاهما تعملان على انتاج الطاقة الكهربائية .
* تتكون البطارية من عدد من الخلايا الكلفانية المربوطة مع بعضها على التوالي ويكون جهد البطارية مساوياً لمجموع جهود الخلايا المتكونة منها .

* البطاريات نوعان ../
أ - اولية .... وهي التي لايمكن اعاده شحنها .
ب - ثانوية .... وهي التي يمكن اعاده شحنها .

رحلة التفوق في السادس @

بطارية الخزن الرصاصية .../

* التركيب ../
تتكون البطارية من مجموعه خلايا رصاصية كلفانية . وكل واحده منها تتكون من
أ - قطب الانود .. وهو مصنوع من ماده الرصاص Pb
ب - قطب الكاثود .. وهو مصنوع من اوكسيد الرصاص PbO_2
ج - يكون القطبان مغموران في محلول الكتروليتي وهو محلول حامض الكبريتيك الذي تتراوح كثافة عند شحن البطارية g/ml (1.3 - 1.2)

* تفاعلاتها ../

الانود $Pb_{(s)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)} \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2e^-$

الكاثود $PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} + SO_4^{-2}{}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$

التفاعل العام $Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 2H_2SO_{4(l)} \rightarrow 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O_{(l)}$

* المميزات ../
أ - جهدها $2V$
ب - تعمل بوسط حامضي
ج - قابلة للشحن
د - تستعمل لتشغيل السيارات والمكائن .

* اساس عملها ../
عند استمرار عمل الخلية تترسب كبريتات الرصاص بشكل مسحوق ابيض على القطبين واستهلاك حامض الكبريتيك (الموجود بشكل متاين) فيزداد الماء مسبباً انخفاض كثافة الحامض

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

وعند انطلاق السيارة ، تنعكس التفاعلات تحت تاثير فولتية المولد ويعاد انتاج H_2SO_4 و PbO_2 و Pb

* يمكن اعاده شحن البطارية بامرار تيار خارجي ، فتنعكس تفاعل الخلية ، فتصبح البطارية مجموعه خلايا الكتروليتية ، ويتفكك راسب $PbSO_4$ على القطبين ويستعيد الحامض تركيزه (كثافته) .

الخلية الجافة (خارصين - كاربون) .../

* التركيب .../ س١٩

أ- قطب الانود ... وعاء من الخارصين مملوء بمعجون رطب من MnO_2 و كاربون (كرافيت) وكلوريد الامونيوم NH_4Cl

ب - قطب الكاثود ... عمود من الكاربون .

* تفاعلاتها .../

الانود $Zn_{(s)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow Zn(OH)_{2(s)} + 2e^-$

الكاثود $2MnO_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} + 2e^- \longrightarrow 2MnO(OH)_{(s)} + 2OH^-_{(aq)}$

التفاعل العام $Zn_{(s)} + 2MnO_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow Zn(OH)_{2(s)} + 2MnO(OH)_{(s)}$

المميزات .../

أ- تعطي جهد مقداره 1.48 V

ب- غير قابلة للشحن

جـ- تستخدم في اجهزه الراديو والحاسبات لصغرها .

اساس عملها .../

تتاكسد ذرات الخارصين عند الانود محررة الالكترونات التي تنتقل داخل الخلية بواسطة الكاربون (الكاثود) وعنده تختزل MnO_2 بوجود الماء

س١٨ .../

لماذا يزداد جهد خلية الخزن الرصاصية عند زياده تركيز محلول قطب الكاثود وعند خفض تركيز محلول قطب الانود .

ج../ لان خفض تركيز محلول قطب الانود يقل جهد الاختزال وزياده تركيز محلول قطب الكاثود يزداد جهد اختزاله فيزداد فرق الجهد بين القطبين فيزداد جهد الخلية E-cell لان جهد الخلية يمثل الفرق بين جهد اختزال قطبي الانود والكاثود .

@A_M_Z_F

امثله وتمارين واسئله الفصل الرابع
-- الكهربائية --

مثال + ت 1 ..

حدد اعداد تأكسد ما تحته خط لما يلي ..

HPO_4^{-2} - SO_2 - KCl - Mg^{+2} - PO_4^{-3} - BeO - H_2CO_3 - F_2

- MnO_4^{-1} - $K_2Cr_2O_7$ - $NaIO_3$ - H_2SO_4

مثال + ت 2 ..

حدد الذرات التي تعاني تأكسداً واختزالاً مع كتابة انصاف التفاعل ؟.

1. $Cl_2 + 2I^- \longrightarrow 2Cl^- + I_2$
2. $Mg + Fe^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Fe$
3. $Zn + Cu^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Cu$
4. $Mg + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$

مثال + ت 3 ..

حدد العامل المؤكسد والمختزل للتفاعلات التالية .. ؟.

1. $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$
2. $Cu + 2AgNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$
3. $2C + O_2 \longrightarrow 2CO$
4. $Mg + Cl_2 \longrightarrow MgCl_2$
5. $Mg + Fe^{+2} \longrightarrow Mg^{+2} + Fe$

مثال 4 ..

للتفاعل التالي ($Cu + 2Ag^{+} \longrightarrow Cu^{+2} + 2Ag$) .. 1 اكتب تفاعلات نصفي الخلية . 2 وضح اتجاه سريان الالكترونات وحركة الايونات على ان الجسر الملحي مملوء بمحلول KNO_3 ؟ .

ت 4 ..

لخلية المكونة من قطب الهيدروجين كانود وقطب النحاس كاثوداً ، احسب الجهد القياسي لقطب النحاس على ان جهد الخلية القياسي يساوي $+0.337\ V$

مثال 5 ..

اكتب تفاعلات نصفي خلية دانيال وتفاعلها العام واحسب جهد الخلية القياسي على ان جهود الاختزال القياسية $E_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34\ V$ ، $E_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76$

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

س/..

احسب جهد الخلية القياسي لخلية تم عملها من قطب الكادميوم Cd المغمور في 1M من نترات الكادميوم وقطب الكروم Cr المغمور في 1M من نترات الكروم علماً ان جهود الاختزال القياسية $E Cr^{+2}/Cr = -0.74 V$ ، $E Cd^{+2}/Cd = -0.40 V$

س/..

هل يمكن حدوث التفاعلات التالية بشكل تلقائي في الظروف القياسية علماً ان جهود الاختزال القياسية $E Co^{+2}/Co = -0.28 V$ ، $E Ni^{+2}/Ni = -0.25 V$

$E Fe^{+2}/Fe = -0.44 V$ ، $E Au^{+3}/Au = +1.5 V$

(1) $Ni_{(s)} + Co^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{+2}_{(aq)} + Co_{(s)}$

(2) $3Fe_{(s)} + 2Au^{+3}_{(aq)} \longrightarrow 3Fe^{+2}_{(aq)} + 2Au_{(s)}$

مثال/..

عبر عن خلية مكونة من قطب الخارصين انوداً وقطب الهيدروجين كاثوداً كتابةً ثم اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام .

س/..

للتفاعل العام لخلية كلفانية هو $2Cl^-_{(aq)} + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Cl_{2(g)} + 2Ag_{(s)}$

عبر عن الخلية كتابةً عند الظروف القياسية ثم وضح تفاعلي التأكسد والاختزال

س/..

هل بامكان محلول HCl اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^+ بتركيز (1M) للخلية التالية علماً ان جهود الاختزال للفضة هو $E Ag^+/Ag = 0.8 V$

$$Ag \mid Ag^+ (1M) \parallel H^+ (1M) \mid H_2 (1atm) \mid Pt$$

مثال/..

خلية كلفانية قياسية تفاعلها العام هو $2Ag^+ + Pb_{(s)} \longrightarrow 2Ag_{(s)} + Pb^{+2}_{(aq)}$

احسب $\Delta G°$ ، K_{eq} بدرجة 25°C علماً ان جهود الاختزال القياسية هي

$E Ag^+/Ag = 0.80 V$ ، $E Pb^{+2}/Pb = -0.13 V$

س/..

احسب التغير في طاقة كبس الحرة القياسية لتفاعل الخلية القياسي الاتي بدرجة 25°C علماً ان جهود الاختزال القياسية هي $E Hg_2^{+2}/Hg = 0.85 V$ ، $E Cr^{+3}/Cr = -0.74$

$$3Hg_2^{+2} + 2Cr \longrightarrow 6Hg_{(l)} + 2Cr^{+3}_{(aq)}$$

Generated by CamScanner from intsig.com
ملزمة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

مثال ../
احسب E_{cell} بدرجة $25°C$ للخلية $2Ag^{+} + Cu \longrightarrow 2Ag + Cu^{+2}_{aq}$
علماً ان $[Ag^{+}] = 0.01M$ ، $[Cu^{+2}] = 0.01M$ وجهود الاختزال هي
$E_{Ag^{+}/Ag} = 0.80\,V$ ، $E_{Cu^{+2}/Cu} = 0.34\,V$

ت ../
لتفاعل الخلية وبدرجة $25°C$ علماً $2Fe^{+3} + 2I^{-} \longrightarrow 2Fe^{+2} + I_2$
ان جهود الاختزال $E_{Fe^{+3}/Fe^{+2}} = 0.77\,V$ ، $E_{I_2/I^{-}} = 0.53\,V$
احسب ① جهد الخلية القياسي . ② طاقة كبس الحرة القياسية . ③ K_{eq}

ت ../
خلية كلفانية مكونة من قطب الخارصين انوداً وقطب الهيدروجين كاثوداً وجدان قيمة
$E_{cell} = 0.73\,V$ بدرجة $25°C$ ، افترض ان $[Zn^{+2}] = 0.1M$ وضغط H_2
هو 1atm احسب $[H^{+}]$ علماً ان $E_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\,V$

ت ../
احسب E°_{cell} ، E_{cell} ، ΔG للخلية التالية علماً ان جهود الاختزال
$E_{Mg^{+2}/Mg} = -2.37\,V$ ، $E_{Sn^{+2}/Sn} = -0.14\,V$

$$Mg \,|\, Mg^{+2}(0.05M) \,||\, Sn^{+2}(0.04M) \,|\, Sn$$

مثال ../
لتفاعل نصف الخلية $(Mg^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Mg)$ احسب عدد غرامات Mg
التي يمكن انتاجها عند امرار تيار شدته 25A لفترة ساعة واحدة علماً ان
$(Mg = 24)$ ، ثم احسب عدد ذرات Mg .

ت ../
ما هي شدة التيار الذي يجب امراره في محلول $AgCl_3$ لمدة (200 s) ليرسب
3g من الذهب عند الكاثود .

ت ../
محلول من $CuSO_4$ تركيزه 0.2M وحجمه 600ml ، امرر فيه تيار
كهربائي شدته 96.5A .. احسب الزمن اللازم لكي يتبقى 0.03 mol
من ايون النحاس ?

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس @A_M_Z_F

1- عرف المصطلحات الاتية: الانود، القوة الدافعة الكهربائية، جهد الاختزال القياسي، الجسر الملحي.

2- احسب ثابت فاراداي وبين وحداته.

3- اي المواد في الازواج التالية هو الافضل كعامل مؤكسد تحت الظروف القياسية. اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Br_2/Br^-}=+1.07\ V$ و $E^\circ_{Au^{3+}/Au}=+1.50\ V$ و $E^\circ_{Ag^+/Ag}=+0.80\ V$ و $E^\circ_{Cd^{2+}/Cd}=-0.40\ V$ و $E^\circ_{Cr^{3+}/Cr}=-0.74\ V$.

أ) Br_2 ام Au^{3+}

ب) H_2 ام Ag^+

جـ) Cd^{2+} ام Cr^{3+}

رحلة التفوق في السادس @

4- اكتب العلاقة التي تربط ΔG° مع K_{eq} و E°_{cell} وعرف جميع الرموز التي تحتويها.

5- عند الظروف القياسية $25\ ^\circ C$ وضغط 1 atm اي تفاعل سيجري تلقائياً في محلول مائي يحتوي على أيونات Ce^{4+} و Ce^{3+} و Fe^{3+} و Fe^{2+} ؟ احسب ΔG° و K_{eq} لهذا التفاعل. اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Ce^{4+}/Ce^{3+}}=+1.61\ V$ و $E^\circ_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}=+0.77\ V$.

ج: 1.1×10^{14} ; $-424600\ J/mol$

6- اكتب معادلة نيرنست وعرف جميع الرموز التي تحتويها.

7- احسب E°_{cell} و E_{cell} و ΔG لتفاعلات الخلايا الاتية:

$$Mg_{(s)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + Sn_{(s)}$$

$[Sn^{2+}] = 0.04\ M$ و $[Mg^{2+}] = 0.05\ M$

$$3Zn_{(s)} + 2Cr^{3+}_{(aq)} \longrightarrow 3Zn^{2+}_{(aq)} + 2Cr_{(s)}$$

$[Zn^{2+}] = 0.001\ M$ و $[Cr^{3+}] = 0.01\ M$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Mg^{2+}/Mg}=-2.37\ V$ و $E^\circ_{Sn^{2+}/Sn}=-0.14\ V$ و $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn}=-0.76\ V$ و $E^\circ_{Cr^{3+}/Cr}=-0.74\ V$.

8- احسب E°_{cell} للخلية المكونة من نصفي التفاعل Zn/Zn^{2+} و SHE . كم سيكون جهد الخلية E_{cell} اذا كان $[Zn^{2+}]=0.45\ M$, $P_{H_2}=1\ atm$, $[H^+]=1.8\ M$. اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn}=-0.76\ V$.

ج: $+0.76\ V$; $+0.79\ V$

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

ش--١/المنفرسا

9- ما الفرق بين الخلية الكلفانية (مثل خلية دانيال) وخلايا التحليل الكهربائي.

10- احد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للماء هو :

$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$$

فاذا تم جمع 0.08 L من O_2 عند 25 °C وضغط 755 mm.Hg فاحسب عدد مولات الالكترونات التي يجب تمريرها في المحلول (معلومة: 1atm = 760 mm.Hg).

ج : 0.012 mol.e

11- يسري تيار كهربائي لفترة 3.75 hr خلال خليتي تحليل كهربائي مربوطتين على التوالي، تحتوي الخلية الاولى محلول $AgNO_3$، في حين تحتوي الثانية على محلول $CuCl_2$. وخلال هذا الزمن ترسب 2 g من الفضة في الخلية الاولى.
أ) كم عدد غرامات النحاس التي ستترسب في الخلية الثانية.
ب) ما قيمة التيار الساري بالامبير.

ج : أ- 0.64 J , ب- 0.14 A

12- ايهما يحرر الهيدروجين في محلول ايونات الالمنيوم اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي للالمنيوم $E^\circ_{Al^{3+}/Al} = -1.66$ V ام محلول آيونات الذهب الذي جهد اختزاله القياسي $E^\circ_{Au^{3+}/Au} = +1.50$ V ولماذا؟

ج : الالمنيوم يحرر الهيدروجين.

13- هل يمكن لآيون الحديد (III) (Fe^{3+}) ان يؤكسد (Br_2) الى ايون البروميد (Br^-) في الخلية التالية؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = +0.77$ V و $E^\circ_{Br_2/Br^-} = +1.07$ V.

$$Pt\,|Fe^{3+}(1\,M);Fe^{2+}(1\,M)\,||\,Br^-(1\,M)|\,Br_2(1\,atm)\,|\,Pt$$

ج : لا يمكن.

14- في التفاعل التالي، اي مما ياتي تم اختزاله:

$$2K + Br_2 \longrightarrow 2K^+ + 2Br^-$$

15- حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعل الآتي:

$$AgNO_2 + Cl_2 + 2KOH \longrightarrow AgNO_3 + 2KCl + H_2O$$

16- هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس؟ علما ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Cu^+/Cu} = +0.34$ V و $E^\circ_{Na^+/Na} = -2.70$ V.

ج : نعم يمكن.

17- هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من النيكل ام لايمكن ذلك؟ بين ذلك مع ذكر السبب؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34$ V و $E^\circ_{Ni^{2+}/Ni} = -0.24$ V.

ج : لا يمكن.

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

ث-١ المتميزين　　64　　خالد الانباري

18- لماذا يزداد جهد خلية الخزن الرصاصية عند زيادة تركيز محلول قطب الكاثود وعند خفض تركيز محلول قطب الانود؟

19- مم يتكون انود وكاثود البطارية الجافة ؟ اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام واهم ميزاتها.

20- لماذا يجب ان يكون جهد الخلية الكلفانية موجباً؟

21- احسب تركيز ايونات الخارصين في محلول قطب الخارصين اذا كان جهد اختزال الخارصين غير القياسي يساوي (−0.82 V) وجهد اختزاله القياسي $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn}=-0.76\ V$.　ج: 0.01 mol/L

22- احسب جهد خلية دانيال اذا علمت ان تركيز كبريتات الخارصين (0.1 M) وتركيز كبريتات النحاس (0.01 M) في درجة 25 °C. وان الجهد القياسي للخلية يساوي (1.10 V)؟　ج: +1.07 V

23- اي تفاعل هو تفاعل اكسدة – اختزال :

1) $Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$

2) $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$

3) $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$

4) $SiBr_4 + 3H_2O \longrightarrow H_2SiO_3 + 4HBr$

5) $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

رحلة التفوق في السادس @

24- خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة 25 °C.

$Cu^{2+}_{(aq)}\ (0.01\ M) + Cd_{(s)} \longrightarrow Cu_{(s)} + Cd^{2+}_{(aq)}\ (0.1\ M)$

وجهدها القياسي يساوي (+0.74 V). احسب التغير في الطاقة الحرة.　ج: −131252 J/mol

25- احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية التالي في درجة 25 °C:

$Mg\,|\,Mg^{2+}\ (1\ M)\,||\,Br^-\ (0.1\ M)\,|\,Br_2\ (1\ atm)\,|\,Pt$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Mg^{2+}/Mg}=-2.37\ V$ و $E^\circ_{Br_2/Br^-}=+1.07\ V$.　ج: 675500 J/mol

26- ما مقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة 25 °C علما ان $K_{eq} = 1 \times 10^{10}$ وان التفاعل العام لهذه الخلية:

$2H^+_{(aq)}\ (1\ M) + Pb_{(s)} \longrightarrow H_{2(g)} + Pb^{2+}_{(aq)}\ (0.01\ M)$

−69287 J/mol = ج

رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

18 لماذا يزداد جهد خلية الخزن الرصاصية عند زيادة تركيز محلول قطب الكاثود وعند خفض تركيز محلول قطب الانود؟

19 مم يتكون انود وكاثود البطارية الجافة ؟ اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام واهم مميزاتها .

20 لماذا يجب ان يكون جهد الخلية الكلفانية موجباً؟

21 احسب تركيز ايونات الخارصين في محلول قطب الخارصين اذا كان جهد اختزال الخارصين غير القياسي يساوي (-0.82 V) وجهد اختزاله القياسي $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn}=-0.76$ V.

ج : 0.01 mol/L

22 احسب جهد خلية دانيال اذا علمت ان تركيز كبريتات الخارصين (0.1 M) وتركيز كبريتات النحاس (0.01 M) في درجة 25 °C. وان الجهد القياسي للخلية يساوي (1.10 V)؟

ج : +1.07 V

23 اي تفاعل هو تفاعل اكسدة – اختزال :

1) $Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$

2) $2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$

3) $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$

4) $SiBr_4 + 3H_2O \longrightarrow H_2SiO_3 + 4HBr$

5) $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

رحلة التفوق في السادس @

24 خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة 25 °C.

$Cu^{2+}_{(aq)}$ (0.01 M) + $Cd_{(s)} \longrightarrow Cu_{(s)} + Cd^{2+}_{(aq)}$ (0.1 M)

وجهدها القياسي يساوي (+0.74 V) . احسب التغير في الطاقة الحرة.

ج : -131252 J/mol

25 احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية التالي في درجة 25 °C:

$Mg \,|\, Mg^{2+}$ (1 M) $||$ Br^- (0.1 M) $|$ Br_2 (1 atm) $|$ Pt

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Mg^{2+}/Mg}=-2.37$ V و $E^\circ_{Br_2/Br^-}=+1.07$ V.

ج : 675500 J/mol

26 ما مقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة 25 °C علما ان $K_{eq} = 1 \times 10^{10}$ وان التفاعل العام لهذه الخلية:

$2H^+_{(aq)}$ (1 M) + $Pb_{(s)} \longrightarrow H_{2(g)} + Pb^{2+}_{(aq)}$ (0.01 M)

-69287 J/mol = ج

Generated by CamScanner from intsig.com
رحلة التفوق في السادس
@A_M_Z_F

27-6 خلية فولتائية في درجة $25\,^\circ C$ تفاعلها العام:

$$Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)} \longrightarrow Sn_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)}$$

اذا علمت ان جهد الخلية غير القياسي يساوي $(+0.17\ V)$. احسب تركيز ايونات النيكل Ni^{2+}، علما ان قطب القصدير قياسية و $E^\circ_{Sn^{2+}/Sn}=-0.14\ V$ و $E^\circ_{Ni^{2+}/Ni}=-0.25\ V$.

ج : $0.01\ mol/L$

28-ﻫ للخلية الاتية :

$$Al \mid Al^{3+}(1\ M) \parallel Cd^{2+}(1\ M) \mid Cd$$

اذاعلمت ان جهد الخلية القياسي يساوي $(1.26\ V)$ وجهد الاختزال القياسي للكادميوم يساوي $E^\circ_{Cd^{2+}/Cd}=-0.40\ V$. احسب جهد الاختزال القياسي للالمنيوم؟

ج : $-1.63\ V$

29-ﻫ خلية كلفانية في درجة $25\,^\circ C$ احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط $1\ atm$ من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه $0.01\ M$ ؟ احسب الاس الهيدروجيني (pH) لمحلول قطب الهيدروجين اذا علمت ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية $-49\ kJ/mol$ وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي $-0.25\ V$ ؟

ج : 0.92

30-ﻫ اذاعلمت ان جهد الخلية الاتية :

$$Sn \mid Sn^{2+}(?\ M) \parallel Ag^{+}(1\ M) \mid Ag$$

عند درجة $25\,^\circ C$ يساوي 0.9992 فولت . جد تركيز ايونات القصدير (Sn^{2+}) في محلول القطب علما ان قطب الفضة في ظروفه القياسية وجهود الاختزال القياسية $E^\circ_{Sn^{2+}/Sn}=-0.14\ V$ و $E^\circ_{Ag^{+}/Ag}=+0.80\ V$.

ج : $0.01\ mol/L$

31-ﻫ امرر تيار كهربائي شدته $10\ A$ خلال $965\ s$ في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ما هو وزن النحاس المترسب وعدد ذراته علما ان الكتلة الذرية للنحاس $=63$ ؟

ج : $3.15\ g$; 0.3×10^{23} atoms

32-ﻫ يترسب $0.648\ g$ من احد الفلزات احادي التكافؤ على الكاثود عند امرار تيار كهربائي شدته $3\ A$ لمدة $3\ min$ و $13\ s$ في محلول احد الاملاح لذلك الفلز . احسب الكتلة الذرية للفلز المترسب ؟

ج : $108\ g$

33-ﻫ احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP (معلومة: الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي $22.4\ L$) ؟

ج : $48.16 \times 10^{23}\ e$

34-ﻫ احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة $2\ hr$ و $520\ s$ في خلية تحليل الماء كهربائيا لكي يحرر 36.12×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية ؟

ج : $1\ A$

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

رحلة التفوق

وهذه الاسئله المضافه لكتاب الكيمياء مع الحل لأول 4 فصول

#أشرف

@A_M_Z_F

Generated by CamScanner from intsig.com

الاسئلة المضافة للفصل الاول الثرموداينمك لهذه السنة

س / ١٥ /

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2$$

$$\Delta H^\circ_r = \sum_P n\,\Delta H^\circ_F - \sum_R n\,\Delta H^\circ_F$$

$$\Delta H^\circ_r = [3 \times -393.5] - [2 \times -110.5]$$

$$\Delta H^\circ_r = -787 + 221 \Longrightarrow \Delta H^\circ_r = -566 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta S^\circ_r = \sum_P n\,S^\circ - \sum_R n\,S^\circ$$

$$\Delta S^\circ_r = [2 \times 214] - [(2 \times 198) + 205]$$

$$\Delta S^\circ_r = -173 \text{ J/K.mol}$$

$$\Delta G^\circ_r = \Delta H^\circ_r - T.\Delta S^\circ_r$$

$$\Delta G^\circ_r = -566 - \left(298 \times \frac{-173}{1000}\right)$$

$$\Delta G^\circ_r = -514.4 \text{ KJ/mol}$$

رحلة التفوق في السادس @

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س ١٩ /

$n_{\text{الاستلين}} = \frac{m}{M} = \frac{2.6}{26} = 0.1 \text{ mol}$

ΔH°_r	عدد المولات
-130	0.1
X	1

$$\Delta H^\circ_r = \Delta H^\circ_C = \frac{-130}{0.1} = -1300 \text{ KJ/mol}$$

نكتب معادلة احتراق الاستلين :

$$C_2H_2 + \frac{5}{2} O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O \qquad \Delta H^\circ_C = -1300$$

؟ $\qquad -393.5 \qquad 286$

$$\Delta H^\circ_r = \sum_P n\, \Delta H^\circ_F - \sum_R n\, \Delta H^\circ_F$$

$$-1300 = [(2 \times -393.5) + (-286)] - [\Delta H^\circ_{F(C_2H_2)}]$$

$$\Delta H^\circ_{F(C_2H_2)} = +1300 - 787 - 286$$

$$\Delta H^\circ_{F(C_2H_2)} = 227 \text{ KJ/mol}$$

رحلة التفوق في السادس @

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س / ٢٤ /

(1) $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

$$\Delta H^\circ_r = \sum_P n\,\Delta H^\circ_f - \sum_R n\,\Delta H^\circ_f$$

$$\Delta H^\circ_r = [-635 - 393.5] - [-1207]$$

$$\Delta H^\circ_r = 178.5 \ KJ/mol$$

(2) $\Delta G^\circ_r = \Delta H^\circ_r - T.\Delta S^\circ_r$

$$\Delta G^\circ_r = 178.5 - \left(298 \times \frac{160}{1000}\right)$$

$$\Delta G^\circ_r = 130.8 \ KJ/mol$$

(3) $\Delta G^\circ_r = \overset{(+)}{\overbrace{\Delta H^\circ_r}} - T.\overset{(+)}{\overbrace{\Delta S^\circ_r}}$

$$- \quad = \quad + \quad < \quad -$$

$$178.5 < T \times \frac{160}{1000}$$

$$\frac{178.5}{0.16} < T$$

$$K\ 1115.6 < T$$

رحلة التفوق في السادس @

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

س / ٣١ /

$$\Delta H^\circ_r = \sum n\,\Delta H^\circ_{F(P.)} - \sum n\,\Delta H^\circ_{F(R.)}$$

$$\Delta H^\circ_r = [(2 \times -242)] - [(2 \times 0) + 0]$$

$$\Delta H^\circ_r = -484$$

$$\Delta G^\circ_r = \sum n\,\Delta G^\circ_{F(P.)} - \sum n\,\Delta G^\circ_{F(R.)}$$

$$\Delta G^\circ_r = [(2 \times -228)] - [(2 \times 0) + 0]$$

$$\Delta G^\circ_r = -456$$

$$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$$

$$-456 = -484 - (298 \times \Delta S)$$

$$298 \times \Delta S = -28 \longrightarrow \Delta S = \frac{-28}{298}$$

$$\Delta S = -0.0939$$

$$\Delta S = -0.0939 \times 1000$$

$$\Delta S = -93.9 \cong -94\ J/K.mol$$

رحلة التفوق في السادس @
@A_M_Z_F
Generated by CamScanner from intsig.com

س / ٣٥ / اولاً تكتب معادلات الاحتراق

(1) $CO + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta H^\circ_c = -284$

(2) $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O$ $\Delta H^\circ_c = -286$

(3) $CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$ $\Delta H^\circ_c = -284$

المعادلة المطلوبة $CO_2 + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$

اذن المعادلة (2) تضرب × 2 والمعادلة (3) تقلب

(1) $CO + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_2$ $\Delta H^\circ_r = -284$

(2) $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ $\Delta H^\circ_r = -572$

(3) $CO_2 + 2H_2O \longrightarrow CH_3OH + \frac{3}{2}O_2$ $\Delta H^\circ_r = +284$

$CO_2 + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$ $\Delta H^\circ_r = -129\ KJ/mol$

الاستاذ حسنين يحيى

رحلة التفوق في السادس @

@A_M_Z_F

Generated by CamScanner from intsig.com

س // ٣٦ : تم تغير اشارات الانثالبي و الانتروبي لكن قيمها نفسها لم تتغير .

س /٣٦/ / A

$\Delta H\ (+)$ $\Delta S\ (+)$

$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S \rightarrow - = (+) - (+) \rightarrow - = (+) < (-)$.

لكي يكون التفاعل تلقائي يجب ان تكون $\Delta H < T.\Delta S$

نفرض ΔG°_{r} عند الاتزان = 0 KJ / mol (zero)

$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S \rightarrow 0 = +126 < T \times \frac{+48}{1000}$.

$126 < T \times 0.048 \rightarrow \frac{126}{0.048} < T \rightarrow 2625 < T$.

أذن يجب أن تكون (T درجة الحرارة) اكبر من 2625 K

****

B / $\Delta H\ (-)$ $\Delta S\ (-)$

$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S \rightarrow - = (-) - (-) \rightarrow - = (-) > (+)$.

لكي يكون التفاعل تلقائي يجب ان تكون $\Delta H > T.\Delta S$

نفرض ΔG°_{r} عند الاتزان = 0 KJ / mol (zero)

$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S \rightarrow 0 = -12 > T \times \frac{-105}{1000}$.

$-12 > T \times -0.105 \rightarrow \frac{-12}{-0.105} > T \rightarrow 114.3 > T$.

أذن يجب أن تكون (T درجة الحرارة) اقل من 114.3 K

Generated by CamScanner from intsig.com

رحلة التفوق في السادس

@A_M_Z_F

الاسئلة المضافة للفصل الثاني الاتزان الكيميائي لهذه السنة

س // ٥

١ // زيادة الضغط : يزاح موضع الاتزان نحو تكوين النواتج (باتجاه عدد المولات الاقل)
ثابت الاتزان لا يتغير .

٢ // رفع درجة الحرارة : $2NO_2 \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} N_2O_4$

يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المتفاعلات (التفاعل الماص) للتخلص من الزيادة الحاصلة في الحرارة ، ثابت الاتزان سوف يقل لان تراكيز النواتج قلت .

٣ // سحب غاز N_2O_4 : يزاح موضع الاتزان نحو تكوين النواتج لسد النقص الحاصل في غاز N_2O_4 ، ثابت الاتزان لا يتغير .

س // ٩

١ / خفض الضغط : يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المتفاعلات (باتجاه عدد المولات الاقل)

٢ / تبريد التفاعل : $PbS + \frac{3}{2}O_2 \underset{\text{ماص}}{\overset{\text{باعث}}{\rightleftharpoons}} PbO + SO_2$

يزاح موضع الاتزان نحو تكوين النواتج (التفاعل الباعث) لسد النقص الحاصل في الحرارة ثابت الاتزان سوف يزداد لان تراكيز النواتج سو تزداد على حساب المتفاعلات .

Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

س // ١٦

$\because V = 1L \quad \therefore n = M$

لمعرفة اتجاه التفاعل : عند الاتزان التراكيز $[A] = 6 \;,\; [C] = 6 \;,\; [B] = ?$

بتطبيق علاقة ثابت الاتزان لايجاد تركيز [B] و مقارنته بتركيزه الابتدائي المعطى في السؤال :

$$2A + B \rightleftharpoons 3C$$

$$K_c = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} \Longrightarrow 1.5 = \frac{(6)^3}{(6)^2[B]} \qquad 1.5[B] = 6$$

$$1.5[B] = 6 \Longrightarrow [B] = 4$$

عند مقارنة تركيز [B] عند الاتزان مع تركيزه الابتدائي نلاحظ زيادة بتركيز [B] ∴ التفاعل خلفي

$2A$	$+\;B$	$\rightleftharpoons$	$3C$
Y	3		Z
$+2X$	$+X$		$-3X$
$(Y+2X)$	$(3+X)$		$(Z-3X)$
6	4		6

عند الاتزان $[B] = 4 = 3 + X$

$$3 + X = 4 \Longrightarrow X = 4 - 3 \Longrightarrow X = 1$$

عوض قيمة X

$$Y + 2X = 6 \Longrightarrow Y + 2 = 6 \Longrightarrow Y = 4 = [A]$$

$$Z - 3X = 6 \Longrightarrow Z - 3 = 6 \Longrightarrow Z = 9 = [C]$$

س // ٢٣ :

١) زيادة الضغط .

٢) تبريد الإناء .

٣) السحب المستمر لغاز NH_3 .

٤) الإضافة المستمرة لغازي N_2 و H_2 .

رحلة التفوق في السادس @
Generated by CamScanner from intsig.com
@A_M_Z_F

الاسئلة المضافة للفصل الثالث الاتزان الايوني لهذه السنة

س // ١

أ / نعم لدرجة الحرارة تأثير على حالة الاتزان لان قيمة الحاصل الايوني سوف تتغير .

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

$$10^{-7} \qquad 10^{-7}$$

ب / $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7} \quad K_C = K_W = 1 \times 10^{-14}$

****

س // ٢

(1) $pH_1 = 7$ للماء

بعد إضافة HCl سوف يحصل تخفيف :

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$10 \times \frac{1}{1000} = M_2 \times 1 \Longrightarrow M_2 = 0.01\ M = [H^+]$$

$$pH_2 = -\log [H^+]$$

$$pH_2 = -\log 10^{-2} \Longrightarrow pH_2 = 2$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1$$

$$\Delta pH = 2 - 7 \Longrightarrow \boxed{\Delta pH = -5}$$

(2) $pH_1 = 7$ للماء

بعد إضافة NaOH سوف يحصل تخفيف :

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$10 \times \frac{1}{1000} = M_2 \times 1 \Longrightarrow M_2 = 0.01\ M = [OH^-]$$

$$pOH_2 = -\log [OH^-]$$

$$pOH_2 = -\log 10^{-2} \Longrightarrow pOH_2 = 2$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$pH = 14 - 2 \Longrightarrow pH = 12$$

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1$$

$$\Delta pH = 12 - 7 \Longrightarrow \boxed{\Delta pH = 5}$$

Generated by CamScanner from intsig.com

رحلة التفوق في السادس

@A_M_Z_F

س // ٤ :

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

y	0.0	0.0
$y - x$	x	x

$$[H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2.7} \Rightarrow [H^+] = 2 \times 10^{-3} M = X$$

$$K_a = 10^{-pKa} \Rightarrow K_a = 10^{-4.74} \Rightarrow [H^+] = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Longrightarrow K_a = \frac{x^2}{y - x} \Longrightarrow K_a = \frac{x^2}{y}$$

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{y} \Longrightarrow y = \frac{4 \times 10^{-6}}{1.8 \times 10^{-5}} \Longrightarrow y = 0.23\ M$$

$$m = M \times V \times M$$

$$m = 0.23 \times \frac{250}{1000} \times 60$$

$$m = 3.3\ g$$

....

س // ٦

(1) $NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

$[NaOH]$ $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \Longrightarrow 0.1 \times 10 = M_2 \times 20 \Longrightarrow M_2 = 0.05$

$[HCl]$ $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \Longrightarrow 0.1 \times 10 = M_2 \times 20 \Longrightarrow M_2 = 0.05$

$NaOH$	+ HCl	$\longrightarrow$ $NaCl$	+ H_2O
0.05	0.05		
0	0	0.05	0.05

المحلول الناتج هو محلول ملح $NaCl$ ملح متعادل $\therefore$ $pH = 7$

الاستاذ حسين

Generated by CamScanner from intsig.com

رحلة التفوق في السادس @A_M_Z_F

(2) $NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

$$[NaOH]\ M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \Rightarrow 0.1 \times 15 = M_2 \times 25 \Rightarrow M_2 = 0.06$$

$$[HCl]\ M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \Rightarrow 0.1 \times 10 = M_2 \times 25 \Rightarrow M_2 = 0.04$$

$NaOH$	+	HCl	$\longrightarrow$	$NaCl$	+	H_2O
0.06		0.04				
0.02		0		0.04		0.04

NaCl ملح متعادل لذلك نحسب pH للمحلول من الفائض من NaOH في المحلول

$$[OH^-] = [OH^-] - [H^+] \Longrightarrow [OH^-] = 0.06 - 0.04 = 0.02$$

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = -\log 2 \times 10^{-2} \Longrightarrow pOH = 1.7$$

$$pH = 14 - pOH \Longrightarrow pH = 14 - 1.7 \Longrightarrow pH = 12.3$$

....

(3) $NH_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

$$[NH_3]\ M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \Rightarrow 0.1 \times 10 = M_2 \times 20 \Rightarrow M_2 = 0.05$$

$$[HCl]\ M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \Rightarrow 0.1 \times 10 = M_2 \times 20 \Rightarrow M_2 = 0.05$$

NH_3	+	HCl	$\longrightarrow$	NH_4Cl	+	H_2O
0.05		0.05				
0		0		0.05		0.05

المحلول الناتج هو محلول ملح حامضي NH_4Cl

$$[H^+] = \sqrt{\frac{C \times Kw}{K_b}} \Longrightarrow [H^+] = \sqrt{\frac{5\times10^{-2} \times 10^{-14}}{18\times10^{-6}}}$$

$$[H^+] = \sqrt{0.27 \times 10^{-10}} \Longrightarrow [H^+] = 5 \times 10^{-6}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log 5 \times 10^{-6} \Longrightarrow pH = 5.28$$

Generated by CamScanner from intsig.com

رحلة التفوق في السادس

@A_M_Z_F

(4) $NH_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$

$[NH_3]\ M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \Longrightarrow 0.1 \times 15 = M_2 \times 25 \Longrightarrow M_2 = 0.06$

$[HCl]\ M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \Longrightarrow 0.1 \times 10 = M_2 \times 25 \Longrightarrow M_2 = 0.04$

NH_3	+ HCl	$\longrightarrow$ NH_4Cl	+ H_2O
0.06	0.04		
0.02	0	0.04	0.04

أيون مشترك

قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي

يعمل الفائض من القاعدة الضعيف (0.02 M) كأيون مشترك فيصبح المحلول مكون من قاعدة ضعيفة مع ملحها الحامضي :

$$pOH = pK_b + \log \frac{[salt]}{[base]}$$

$$pOH = -\log 1.8 \times 10^{-5} + \log \frac{0.04}{0.02}$$

$$pOH = 4.7 + 0.3 \Longrightarrow pOH = 5.04$$

$$pH = 14 - pOH \Longrightarrow pH = 14 - 5.04 \Longrightarrow pH = 8.96$$

رحلة التفوق في السادس @

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F

س // ١٥

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+} + SO_4^{-2}$$
$$\quad\quad\quad\quad S \quad\quad S$$

$$K_{sp} = [Ba^{+}][SO_4^{-2}]$$

$$1.6 \times 10^{-8} = S^2 \quad \text{بالجذر}$$

$$S = 1.26 \times 10^{-4}$$

$[H_2SO_4]$

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$10 \times \frac{1}{1000} = M_2 \times 1$$

$$M_2 = 0.01 \; M \; [H_2SO_4]$$

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+} + SO_4^{-2}$$
$$\quad\quad\quad\quad S' \quad\quad S'$$

$$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^{+} + SO_4^{-2}$$

H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{-2}
0.01	0.0	0.0
0.0	0.02	0.01

$$K_{sp} = [Ba^{+}][SO_4^{-2}]$$

$$1.6 \times 10^{-8} = S' \left[\underset{\text{يهمل}}{\underline{S'}} + 0.01 \right]$$

$$S' = \frac{1.6 \times 10^{-8}}{10^{-2}} \Longrightarrow S' = 1.6 \times 10^{-6}$$

رحلة التفوق في السادس @

Generated by CamScanner from intsig.com

@A_M_Z_F